

ANDRÉ MENDES JORGE

**ULTRA-SOM PARA PREDIÇÃO DA COMPOSIÇÃO E
CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA EM BUBALINOS**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Unesp, como parte das exigências regulamentares para a obtenção do título de LIVRE-DOCENTE, na disciplina Características da Carçaça de Ruminantes.

Botucatu – Estado de São Paulo - Brasil

- 2006 –

ANDRÉ MENDES JORGE
Zootecnista

**ULTRA-SOM PARA PREDIÇÃO DA COMPOSIÇÃO E
CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA EM BUBALINOS**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu, Unesp, como parte das exigências regulamentares para a obtenção do título de LIVRE-DOCENTE, na disciplina Características da Carçaça de Ruminantes.

Botucatu – Estado de São Paulo - Brasil

- 2006 –

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E
TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO
UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

J82u Jorge, André Mendes, 1962-
Ultra-som para predição da composição e características
de carcaça em bubalinos / André Mendes Jorge.- Botucatu :
[s.n.], 2006.
xiii, 67 f. : gráfs., tabs.

Tese (Livre Docência)-Universidade Estadual Paulista,
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu,
2006
Inclui bibliografia

1. Búfalo . 2. Ultra-som. 3. Carne-Carcaça . 4. Corpo -
Composição. 5. Predição. I. Universidade Estadual Paulista
"Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade
de Medicina Veterinária e Zootecnia. II. Título.

“A classificação de fatos, o reconhecimento de sua seqüência e sua importância relativa é uma função da ciência. O hábito de formar um julgamento a partir desses fatos, não se deixando influenciar por sentimentos pessoais é a característica do que pode ser denominado a mentalidade científica.”

“Devemos cuidadosamente precaver-nos contra a suposição de que a mentalidade científica é algo peculiar ao cientista profissional.”

“A mente treinada no método científico é menos susceptível de ser levada pelo mero apelo das paixões ou pela excitação emocional cega. Acima de tudo, portanto, enfatizaria o lado educacional da ciência moderna e resumiria talvez minha posição nas seguintes palavras: a ciência moderna, ao treinar a mente para uma análise parcial dos fatos é uma educação especialmente adaptada para promover um sólido espírito de cidadania.”

Karl Pearson

**Aos meus pais Arthur (*in memoriam*) e
Vera
por terem me dado a oportunidade da vida,**

**A minha esposa Letícia e meus filhos
Kind (*in memoriam*) e Brother (*in memoriam*), Java e Bali,
por terem dado sentido à minha existência,**

DEDICO ESTE TRABALHO

A todos os meus verdadeiros “Mestres”, por terem durante toda a vida acadêmica, contribuído para minha formação profissional e principalmente como ser humano.

OFEREÇO ESTE TRABALHO

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia / Unesp-Botucatu pela oportunidade do trabalho enriquecedor.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, e à Fundação para o Desenvolvimento da Unesp, FUNDUNESP, pelo suporte financeiro imprescindível para o desenvolvimento de nossos projetos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CNPq, pelo apoio financeiro para desenvolvimento de projetos de pesquisa e pela bolsa de produtividade em pesquisa.

Aos funcionários da Área de Produção de Bubalinos e do Confinamento Experimental da FMVZ pela colaboração na execução desta pesquisa.

A todos meus alunos, orientados de trabalhos de iniciação científica e de pós-graduação, pelo esforço e dedicação em colaborar na execução dos projetos sobre a espécie bubalina.

Ao criador de búfalos Carlos Hermann Guilherme Martins que acreditou em nosso trabalho e disponibilizou seus animais, sem os quais, não seria possível a realização da presente pesquisa.

Ao Frigorífico Minerva de Barretos-SP por abrir suas portas e disponibilizar seu quadro de funcionários, viabilizando desta forma o presente estudo.

Aos bubalinos que, em prol da ciência, foram sacrificados.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização e consolidação de minha carreira universitária.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE ABREVIATURAS	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	6
2.1. Métodos para Predição da Composição da Carçaça	6
2.2. Avaliação Animal <i>In vivo</i> de Características de Carçaça por Ultra-som	12
2.3. Fatores que Afetam a Acurácia do Ultra-som	15
2.4. Características de Carçaça Avaliadas por Ultra-som	20
2.4.1. Área do Músculo <i>Longissimus dorsi</i>	21
2.4.2. Espessura de Gordura Subcutânea (EGSU).....	22
2.4.3. Espessura de Gordura sobre o Músculo <i>Bíceps femoris</i> ...	24
2.5. Predição do Peso e Rendimento dos Cortes Carneos por Ultra-som	25
3. MATERIAL E MÉTODOS	29

3.1. Local e Condições Climáticas	29
3.2. Animais Utilizados e Instalações Experimentais	29
3.3. Tratamentos, Ração, Arraçamento e Período Experimental ..	30
3.1. Metodologia de Colheita de Dados de Ultra-som	32
3.1. Manejo, Abate dos Animais e Colheita de Dados	33
3.1. Delineamento Experimental e Análise Estatística	35
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
4.1. Desempenho das Características Avaliadas	37
4.2. Correlações Simples entre as Características Avaliadas por Ultra-som e na Carcaça	41
4.3. Equações de Predição do Peso e Rendimento de Carcaça .	46
...4.4. Equações de Predição da Área do Músculo <i>Longissimus</i> <i>Dorsi</i> , Espessura de Gordura Subcutânea e Espessura de Gordura Sobre o Músculo <i>Bíceps femoris</i> da Carcaça a partir de Medidas Ultra-sônicas ..	49
...4.5. Equações de Predição para o Peso e Percentagem da Porção Comestível do Corte Traseiro a Partir de Medidas Ultra-sônicas	51
...4.6. Equações de Predição para o Peso e Percentagem da Porção Comestível do Corte Traseiro a Partir de Medidas Obtidas na Carcaça	54
5. CONCLUSÕES	57
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59

LISTA DE FIGURAS

	Página
FIGURA 01 - Dispersão dos dados de espessura de gordura subcutânea final, em milímetros, sob o <i>longissimus dorsi</i> (EGSU), por ultra-som, em função do peso vivo de abate de bubalinos Mediterrâneo	40
FIGURA 02 - Dispersão dos dados de espessura de gordura final, em milímetros, sob o <i>bíceps femoris</i> (EGP8U), por ultra-som, em função do peso vivo de abate de bubalinos Mediterrâneo	41
FIGURA 03 - Dispersão dos dados de espessura de gordura subcutânea da carcaça (EGSC) em função da espessura de gordura subcutânea obtida por ultra-som (EGSU) em bubalinos Mediterrâneo	50
FIGURA 04 - Dispersão dos dados de área do <i>longissimus dorsi</i> da carcaça (ALDC) em função da área do <i>longissimus dorsi</i> obtida por ultra-som (ALDU) em bubalinos Mediterrâneo	51

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 01 - Composição percentual da dieta experimental com base na matéria seca (MS)	31
TABELA 02 - Valores médios e respectivos desvios-padrão, mínimo e máximo para as características avaliadas in vivo, por ultra-som e na carcaça de bubalinos Mediterrâneo durante o período experimental	37
TABELA 03 - Médias e equações de regressão para peso vivo (PV) real de abate (kg), peso da carcaça quente (kg), rendimento de carcaça quente, área do músculo <i>longissimus dorsi</i> inicial e final (cm ²), espessura de gordura subcutânea inicial e final por ultra-som (mm), espessura de gordura sob o músculo <i>bíceps femoris</i> inicial e final (EGP8U) (mm) de bubalinos Mediterrâneo abatidos em diferentes pesos de abate .	38
TABELA 04 - Coeficientes de correlação simples entre as medidas ultra-sônicas e da carcaça de bubalinos Mediterrâneo terminados em confinamento	42

TABELA 05 - Acurácia das medidas ultra-sônicas em bubalinos Mediterrâneo	44
TABELA 06 - Equações de regressão para predição do peso de carcaça quente e rendimento de carcaça em bubalinos Mediterrâneo terminados em confinamento .	46
TABELA 07 - Componentes das equações de regressão para predição da área do <i>longissimus dorsi</i> (ALDC), espessura de gordura subcutânea (EGSC) e espessura de gordura sob o <i>bíceps femoris</i> (EGP8C) da carcaça a partir das respectivas medidas ultra-sônicas em bubalinos Mediterrâneo terminados em confinamento	49
TABELA 08 - Componentes das equações de regressão para predição do peso (PPCTE) e percentagem (RPCTE) da porção comestível do corte traseiro especial a partir das medidas ultra-sônicas em bubalinos Mediterrâneo terminados em confinamento	52
TABELA 09 - Componentes das equações de regressão para predição do peso (PPCTE) e percentagem (RPCTE) da porção comestível do corte traseiro especial a partir das medidas obtidas na carcaça de bubalinos Mediterrâneo terminados em confinamento	54

LISTA DE ABREVIATURAS

ALD	Área do músculo <i>longissimus dorsi</i>
ALDU	Área do músculo <i>longissimus dorsi</i> por ultra-som
ALDC	Área do músculo <i>longissimus dorsi</i> na carcaça
EGS	Espessura de gordura subcutânea
EGSU	Espessura de gordura subcutânea por ultra-som
EGSC	Espessura de gordura subcutânea na carcaça
EGP8	Espessura de gordura sobre o músculo <i>bíceps femoris</i>
EGP8U	Espessura de gordura sobre o músculo <i>bíceps femoris</i> por ultra-som
EGP8C	Espessura de gordura sobre o músculo <i>bíceps femoris</i> na carcaça
PCC	Peso dos Cortes Comerciais
RCC	Rendimento dos Cortes Comerciais
PCQ	Peso de Carcaça Quente
PPCTE	Peso da Porção Comestível do Corte Traseiro Especial
RPCTE	Porcentagem da Porção Comestível do Corte Traseiro Especial
PV	Peso Vivo na data do ultra-som

ULTRA-SOM PARA PREDIÇÃO DA COMPOSIÇÃO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA EM BUBALINOS

André Mendes Jorge

RESUMO - Este trabalho teve como objetivo avaliar características de carcaça por ultra-som de 28 bubalinos jovens Mediterrâneo terminados em confinamento e abatidos aos 450, 480, 510 e 540 kg de peso vivo (PV). Foi utilizado um equipamento de ultra-som Piemedical Scanner 200 Vet, com transdutor linear de 178 mm e 3,5 MHz, a cada intervalo de aproximadamente 28 dias, para obter a área do *longissimus dorsi* (ALDU), espessura de gordura subcutânea (EGSU) entre a 12^a e 13^a costelas e a espessura de gordura na picanha (EGP8U), sob o terço superior do músculo *bíceps femoris*. Após atingirem os pesos de abate pré-estabelecidos, os animais foram abatidos e obteve-se o peso de carcaça quente (PCQ) e o rendimento de carcaça (RC). Após 24 horas de resfriamento, as carcaças foram seccionadas entre a 12^a e 13^a costelas e obtidas a área do *longissimus dorsi* (ALDC), a espessura de gordura (EGSC) e a espessura de gordura sob o *bíceps femoris* (EGP8C) na carcaça. As correlações entre as medidas por ultra-som e na carcaça foram de 0,96 entre ALDU e ALDC, de 0,99 entre EGSU e EGSC e de 0,91 entre EGP8U e EGP8C. Equações de regressão utilizando o peso vivo (PV), ALDU, EGSU e EGP8U explicaram 95% da variação do PCQ quando a medida foi realizada imediatamente antes do abate. As equações para estimar o RC utilizando as mesmas características explicaram cerca de 32% da variação quando a medida foi realizada imediatamente antes do abate. O peso da porção comestível do corte traseiro a partir de medidas efetuadas por ultra-som e na carcaça é predito com maior magnitude que a percentagem da porção comestível. Os resultados indicam que as equações para as medidas ultra-sônicas apresentaram boa acurácia e podem ser utilizadas para estimar diferenças entre grupos de animais, mas há a necessidade de mais estudos envolvendo maior número de animais e de outros grupos genéticos de bubalinos.

ULTRASOUND TO PREDICT COMPOSITION AND CARCASS TRAITS IN WATER BUFFALOES

André Mendes Jorge

ABSTRACT - The objective of this study was to evaluate carcass traits by ultrasound measures of 28 young Mediterranean buffaloes finished in feedlot and slaughtered at 450, 480, 510 and 540 kg live weight (PV). The Piemedical Scanner 200 ultrasound with a linear transducer of 178 mm and 3,5 MHz was utilized, and the measurements taken at 28 days intervals of the rib eye area (ALDU) and subcutaneous fat thickness (EGSU) between the 12th and 13th ribs and also over the *biceps femoris* muscle (EGP8U). After to reach end-points weights the animals were slaughtered and the hot carcass weight (PCQ) was taken and the carcass dressing percentage (RC) calculated. After 24 hours of chilling the carcasses were separated between the 12th and 13th ribs and the rib eye area (ALDC), fat thickness (EGSC) and rump fat (EGP8C) measured directly. The correlations between ultrasound and carcass measurements were 0.96 for ALDU and AOLC; 0.99 for EGSU and EGSC; 0.91 for EGP8U and EGP8C, Regression equations using live weight (PV), ALDU, EGSU and EGP8U explained 95% of the variation in the PCQ when measured immediately before slaughter. The equations to estimate RC using the same ultrasound measurements explained 32% of the variation when taken in the day before slaughter. The weight of hindquarter retail product by ultrasound and in carcass are predict with greater magnitude than percentage of hindquarter retail product. The ultrasound measurements showed good accuracy and could be used to estimate differences among buffaloes groups, but further studies are necessary involving greater number of animals from different genetic groups of water buffaloes.

1. INTRODUÇÃO

Segundo estimativas da FAO (2006), a população mundial de bubalinos (*Bubalus bubalis*) em 2005 era de aproximadamente 174 milhões de cabeças, sendo que 99,6% desse contingente situava-se em países considerados em desenvolvimento. O Brasil possui, segundo a FNP (2006), um rebanho de 1,20 milhão de cabeças, sendo que deste total 65,9%; 7,1%; 7,5%; 13,3% e 6,2% localizam-se nas regiões Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste, respectivamente. Apesar das estatísticas oficiais controversas e muitas vezes subestimadas, a criação de búfalos no mundo todo e, em particular no Brasil e países vizinhos do Mercosul, tem apresentado crescimento substancial, rompendo fronteiras, produzindo e se reproduzindo em locais onde outras espécies de ruminantes não têm apresentado índices zootécnicos satisfatórios.

Os búfalos pertencem à família *Bovidae*, subfamília *Bovinae* e gênero *Bubalus*, sendo o rebanho nacional composto das raças Carabao, Jafarabadi, Mediterrânea, Murrah e seus mestiços.

A pecuária de corte participa significativamente na formação do produto interno bruto, sendo um dos setores mais importantes do agro-negócio na economia nacional. Porém, diversos setores da indústria e do comércio de carnes operam ainda por meio de sistemas desatualizados e com métodos arcaicos.

A carne bubalina é tratada e comercializada, em boa parte do país, sem uma forma definida de identificação das suas características, principalmente de qualidade ou do valor justo. Como a carne bovina, ela também é uma *commodity*, ou seja, vale quanto pesa. Sem uma diferenciação baseada na identificação da carne, do rendimento e na qualidade, deixa de existir o estímulo para que o setor produtivo se modernize e invista na obtenção de produto mais adequado, orientado para o atendimento dos desejos e anseios do consumidor.

A mudança de orientação do sistema produtivo da carne bubalina, necessita urgentemente começar a se voltar para o consumidor. É o consumidor que diz o que quer comprar, quando, como, para que tipo de prato e, mais importante ainda, quanto pode pagar pelo produto. Neste sentido, é muito importante conhecer o valor relativo da carne quanto aos outros produtos similares, lembrando que o consumidor, não paga pelo aspecto nutricional, segurança ou qualidade óbvia, pois estes estão embutidos no preço.

No ano de 2005 foram abatidos no mundo aproximadamente 23 milhões de búfalos e cabe ressaltar que a produção mundial de carne bubalina foi de 3,17 milhões de toneladas, destacando-se a Índia, Paquistão e China como principais países produtores e, situados no Oriente. (FAO, 2006).

Já no Ocidente, ao que tudo indica, o Brasil figura como primeiro produtor de carne bubalina e, dada a sua extensão territorial, aliada às condições favoráveis de clima e de solo, tem tudo para ostentar, a médio e à longo prazo, a maior produção de carne bubalina, em termos quantitativos e também qualitativos.

Devido à ausência de estatísticas brasileiras quanto à produção de carne bubalina, Jorge (2005) estimou com base em dados estatísticos e de pesquisas, para o ano de 2003 o abate de 1,1 milhão de cabeças, com respectiva produção de 271 mil toneladas de carne e 31 mil toneladas de couro fresco.

Visando buscar a melhoria da qualidade potencial do produto final, o conhecimento das características quali-quantitativas do produto comercializável é de fundamental importância para a indústria de carnes.

Neste sentido Jorge e Fontes (1997b) e Jorge (1999) relatam que a estimativa do rendimento da carcaça e dos cortes primários e comerciais, por ocasião do abate, é de extrema relevância para complementar a avaliação do desempenho do animal durante o seu desenvolvimento.

A determinação do rendimento do produto comercializável dos animais adquiridos leva a uma diminuição do custo operacional e a um aumento da competitividade do produto no mercado interno e externo. Para que a indústria atinja seus objetivos, é necessária a avaliação das carcaças para identificação de características específicas por regiões, pois através deste procedimento poderá programar suas compras conforme especificações do mercado alvo (LUZ e SILVA, 2002).

A porção comestível do corte traseiro do animal é uma característica importante para toda a cadeia da carne bovina. No traseiro localizam-se os cortes comerciais de melhor qualidade e de maior valor comercial da carcaça. Este corte no sistema de comercialização brasileiro representa mais de 50% do peso da porção comestível da carcaça.

No Brasil, recentemente surgiu o ultra-som como uma ferramenta alternativa e confiável na disponibilização de informações objetivas sobre a composição corporal dos animais.

Tarouco (2004) relata que o criador estimando o peso dos cortes comerciais numa fase pré-abate poderia obter vantagens na comercialização dos seus animais, porque estaria oferecendo um produto com maior peso nos cortes nobres. E poderia responder aos sinais de mercado além de alterar suas práticas de manejo, de alimentação e de comercialização. Por sua vez, a indústria poderia adquirir animais que atendessem às especificações de mercados mais exigentes. Com isso, poderia segregar as carcaças pré-desossa conforme o tamanho dos cortes e o retalhista se beneficiaria na aquisição de traseiros com menor desperdício na desossa e toailete dos cortes. Por outro lado o consumidor obteria cortes de tamanho adequado ao método de preparação culinária de sua preferência. Segundo o autor, num futuro próximo os animais vão ser criados, alimentados e classificados com uma linha de produção definida para obtenção de maior valorização na comercialização.

Na expectativa de contribuir com a base de dados sobre produção de carne bubalina, objetivou-se neste estudo, avaliar a técnica de ultra-som em tempo real como potencial ferramenta para predição, com base em medições efetuadas nos animais *in vivo*, da composição corporal e de características da

carcaça de bubalinos da raça Mediterrâneo, fornecendo informações para a adequação de sistemas de manejo e alimentação que otimizem a eficiência de produção.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Métodos para Predição da Composição da Carcaça

Segundo Tarouco (2004) a utilização de uma boa técnica para a predição da composição corporal é uma ferramenta básica na otimização da quantidade de carne produzida, seja pela manipulação genética ou nutricional da sua composição tecidual.

Várias técnicas existem na atualidade para predizer a composição corporal, mas elas variam consideravelmente em custo, praticabilidade, condição, rapidez e exatidão. A avaliação visual do animal consiste numa avaliação da conformação, qualidade e rendimento e está influenciada pela aparente distribuição do osso, músculo e gordura.

Perkins (1992) relata que métodos de avaliação da composição corporal baseados no julgamento pessoal têm sido usados na comercialização do gado, mas os pesquisadores continuam a desenvolver meios alternativos de determinação da composição corporal.

Por outro lado De Campeneere et al. (2000) comentam que a acurácia é muito mais importante do que a velocidade de medição. A pesquisa tem se concentrado em métodos mais complexos de avaliação do que em técnicas simples de medidas aplicáveis nas fazendas, embora estas últimas sejam comercialmente importantes.

Vários métodos que utilizam medidas realizadas diretamente na carcaça apresentam uma boa correlação com a composição da mesma, no entanto, segundo Hedrick (1983), não existe um método simples para a predição da composição dos animais e de suas carcaças que seja aplicável em todas as situações, pois neste caso em particular exigem o abate do animal, demandam muito tempo e são de alto custo.

Este fato, segundo Leme (1993), levou os pesquisadores a buscarem métodos indiretos não destrutivos, que permitam a obtenção da composição do mesmo animal repetidas vezes.

A análise química do corpo como um todo oferece vantagem porque se poderiam determinar mais precisamente todos os seus elementos nutritivos. Atualmente, as análises químicas estão restritas à carcaça comercial e, talvez, a algumas partes da carcaça e órgãos. Berg & Butterfield (1978) comentam que seus inconvenientes são os altos custos, lentidão, difícil obtenção de amostras representativas, como também, não diferencia os tecidos comestíveis ou de maior valor comercial dos não comestíveis. Conforme Perkins (1992), este método até pode ser biologicamente importante, mas não é usual ou prático nas condições comerciais.

A dissecação física é utilizada para determinar as quantidades de tecido muscular, ósseo e adiposo na carcaça. Os trabalhos pioneiros de

Luitingh (1962), Berg & Butterfield (1978) contribuíram para o entendimento com relação às alterações da composição e distribuição dos tecidos corporais durante o crescimento dos bovinos de corte. Entretanto, como é consenso dos pesquisadores, não pode ser um processo de rotina em projetos comerciais e sim, um ponto de referência para validar métodos menos diretos e precisos na determinação da composição da carcaça.

Yeates (1952) utilizou com sucesso algumas medidas lineares das carcaças como altura, comprimento, circunferência, profundidade, entre outras, na determinação da composição. Por outro lado, Topel & Kauffman (1998) afirmaram que as medidas lineares não são úteis como preditores individuais do conteúdo de tecido muscular, ósseo e adiposo dos animais.

Garret (1968) apresentou a utilização da gravidade específica (GE) ou densidade, como medida de predição da composição da carcaça. Este método baseia-se no princípio de que a densidade da carcaça pode ser determinada pesando-a no ar e pesando-a na água a uma temperatura de 20°C. Preston & Willis (1974) relataram que a GE da carcaça foi altamente correlacionada com a sua quantidade de água, proteína e com a composição da gordura. Entretanto, apesar de ser um método simples e facilmente determinado sem depreciar o preço da carcaça, Perkins (1992) comenta que este método não é útil na predição da sua composição no animal vivo e desta forma de uso limitado.

Outro método foi proposto por Folin (1905), ou seja, a Excreção de Creatinina Urinária (ECU). O autor em sua teoria propôs que dois tipos de proteína existiam no corpo do animal, uma de origem do metabolismo endógeno e outra de origem exógena. De acordo com esta teoria, o

metabolismo endógeno é representado pela excreção de creatinina urinária em ritmo relativamente constante e independente da ingestão proteica. Segundo Lofgreen & Garret (1954), como o tecido que forma carne magra pode ser considerado como um tecido que não se altera marcadamente dia a dia, pode-se esperar que a excreção de creatinina tenha valor na predição das diferenças do conteúdo de tecido magro nos animais. Estes autores encontraram em novilhos Hereford uma correlação de $R=0,67$ entre a ECU e a percentagem de carne magra nos tecidos moles da seção da 9^a a 11^a costelas.

Corroborando com estes resultados De Campeneere et al. (1999b) obtiveram altas correlações entre ECU e peso do corpo vazio ($r^2 = 0,95$) e proteína do corpo vazio ($r^2 = 0,97$). Segundo os autores, com exceção da coleta da urina, esta técnica é muito simples, rápida, não requer altos investimentos e proporciona bons resultados.

Segundo Tarouco (2004) a avaliação instrumental e sua introdução na indústria de carne em nível de abatedouros, retalhistas e distribuidores não são fáceis. Swatland et al. (1994) comentam que estes segmentos trabalham com grandes volumes e com pequena margem de lucratividade.

Com o intuito de evitar a subjetividade influenciando a avaliação visual, algumas técnicas foram desenvolvidas para medir a quantidade de carne magra, a qualidade da carne das carcaças e sua conformação.

A análise de video imagem (VIA), que é baseada num sistema composto de câmera e computador pode ser considerada como o estágio mais desenvolvido da fotogrametria. Tarouco (2004) relata que esta técnica tem sido considerada uma alternativa para substituir ou complementar a avaliação visual porque não produz viés e não depende do operador. Pode também ser

utilizada para a padronização de animais para abate, pois de acordo com Basarab et al. (1995) esta técnica permite aos confinadores a seleção de animais de acordo com o peso, rendimento e grau de acabamento segundo as especificações do mercado. Entretanto, seu uso é limitado, pois exige instalações fixas, restringindo seu uso a grandes confinamentos e plantas frigoríficas (LUZ e SILVA, 2002).

Filho & Paula (1997) concluíram que a falta de coordenação na cadeia produtiva da carne tem como um dos seus principais efeitos a falta de rastreabilidade dos produtos. Isso significa que o consumidor não consegue estabelecer as ligações entre o produto que adquire e o fornecedor. Os frigoríficos, em sua maioria, trabalham sem marcas. Os açougues, quase por definição, não podem assegurar a procedência da carne. Os produtores entregam animais em situações diferenciadas de idade, raça, sexo, grau de acabamento, etc.

Desta forma a busca de métodos de avaliação de animais vivos se deve também ao fato de que, a medição do ritmo de crescimento, apesar de ser importante para os produtores de gado de corte, não leva em consideração a composição do ganho de peso do animal (BIF, 1990).

Outro método para avaliação da composição química do corpo seria a técnica de diluição que envolve medidas da quantidade de um traço conhecido N-acetil-1,4 aminoantiparina, antiparina, ureia, água tritiada (TOH) ou óxido de deutério (D_{20}) no corpo do animal, após este alcançar o equilíbrio. Está técnica baseia-se numa relação constante entre volume de água corporal e os componentes do corpo do animal.

As técnicas de diluição consomem tempo e, algumas vezes, tem um alto custo, porque a carne dos animais contém traços radiativos, não sendo apropriada para o consumo humano. Segundo Perkins (1992) este método tende a ser mais adequado para ambientes experimentais, do que em condições de campo. Concomitantemente, as equações de predição devem ser realizadas separadamente para diferentes raças, a fim de obter uma maior precisão (Hammond & Waldo, 1985).

A ação de alguns hormônios têm papel importante no crescimento e desenvolvimento e em taxas metabólicas, podendo influenciar a composição corporal. A insulina regula o metabolismo dos carboidratos e influencia na síntese de proteína. Gregory et al. (1980) observaram em bovinos, que somente diferenças em acabamento relacionadas à idade, podem ser estimadas a partir da secreção de insulina, enquanto que diferenças em acabamento entre animais de mesma idade não estão associadas com a habilidade de secreção de insulina.

O hormônio Lepitina tem sido estudado no controle da ingestão de alimento e na composição corporal. O principal sitio de produção da leptina são os adipócitos e segundo Ahima & Flier (2000) quando estes aumentam sua massa, as concentrações periféricas deste hormônio, também aumentam. Geary et al. (2003) encontraram correlações positivas entre leptina no soro e escore de marmoreio ($r=0,35$ a $0,50$), espessura de gordura de cobertura ($r=0,34$ a $0,46$); concluindo que este hormônio pode ser um indicador adicional do conteúdo de gordura em animais confinados.

Pesquisas recentes estão voltadas à métodos menos invasivos para a determinação dos constituintes da carcaça. Segundo Jenkins et al. (1995),

tecnologias como tomografia computadorizada, ressonância magnética, impedância acústica e ultra-som têm sido avaliadas.

Entre as medidas biofísicas para prever a composição corporal a Tomografia Computadorizada (raio-X) atualmente está sendo utilizada em ovinos no Reino Unido, na predição de carne magra (Simm, 1998).

Segundo Young et al. (1996), a técnica da tomografia computadorizada combinada com medidas de peso corporal explicou 92%, 91% e 71% da variação total da gordura, músculo e osso, respectivamente. Apesar da alta precisão na estimativa dos tecidos corporais, caracteriza-se por ser lenta, de alto custo, pouco prático e não se adapta a grandes animais.

A Ressonância Magnética Nuclear (RMN) é a técnica mais precisa para estimar a composição corporal do animal vivo, porém, seu alto custo aliado a dificuldade de realização desse exame em animais, em larga escala, praticamente inviabiliza o seu uso (Figueiredo, 2001).

Por outro lado Jenkins et al. (1995) relatam que a impedância acústica é o método biofísico mais barato dos citados e contribui para redução da variação residual da estimativa quando acrescentada em uma equação juntamente com o peso vivo e a espessura de gordura.

2.2. Avaliação Animal *In vivo* de Características de Carcaça por Ultra-som

Desde a década de 50, a técnica de ultra-som está disponível, para a avaliação de carcaça e composição corporal de suínos, ovinos e bovinos Thwaites (1984). A partir de então, vários pesquisadores têm empregado a técnica de ultra-som para medir características de composição corporal em animais vivos (Stouffer et al., 1961; Kempster et al., 1982; Simm, 1983; Wilson, 1995; Figueiredo, 2001, entre outros).

Segundo Thwaites (1984) o aparelho de ultra-som produz ondas sonoras que possuem frequências acima da amplitude audível pelo ouvido humano. Essas ondas sonoras são geradas por cristais piezoelétricos, que possuem uma propriedade de transformar energia elétrica em energia mecânica e vice-versa, ou seja, quando estimulados eletricamente vibram, gerando uma onda sonora.

Para avaliação em tecidos biológicos, Wilson (1995) sugere que as frequências utilizadas variem de 2 a 20 megahertz (M Hz), de acordo com o tipo de observação que se deseja realizar, pois maiores frequências produzem uma melhor definição mas possuem reduzida capacidade de penetração nos tecidos, ou seja, menor profundidade, ao contrário do que ocorre com frequências menores, que possuem maior poder de penetração, mas com menor definição.

Basicamente, a possibilidade de utilização do ultra-som para análise de tecidos em animais é possível devido à diferença de impedância acústica existente entre os diferentes tecidos, ou seja, a resistência que determinados tecidos oferecem a passagem das ondas sonoras. Os tecidos mais densos oferecem maior resistência e, portanto, refletem maiores quantidades de ondas, que são captadas pelos cristais e transformadas novamente em impulsos elétricos, que por sua vez serão interpretados e exibidos na tela do equipamento. Tecidos mais densos aparecem na tela do equipamento como pontos mais claros, como por exemplo, o tecido conjuntivo se comparado ao músculo ou gordura (Thwaites, 1984).

Alliston (1982) citado por Luz e Silva (2002) afirmou que o ultra-som pode ser utilizado com vários propósitos experimentais e práticos, como em

programas de seleção onde características de produção são avaliadas junto ao conteúdo de carne magra, determinado indiretamente a partir da medida de gordura, como meio de selecionar animais de diferentes raças para um abate em igual acabamento e para estudos de alterações seriadas na composição dos animais sob diferentes regimes nutricionais e ambientais. Ainda segundo o autor, o ultra-som também pode ser utilizado como forma de: auxiliar os produtores na identificação de características de carcaça para utilização na seleção de animais do rebanho; oferecer uma informação da qualidade das características de carcaça para projetos de venda de gado em idade jovem, pelo aumento da precisão na seleção dos animais precocemente para composição corporal; oferecer um método de determinação das características de carcaça em animais vivos envolvidos em projetos de pesquisa, auxiliando no avanço tecnológico da pesquisa nas universidades; estimar o rendimento dos cortes de carcaça; estimar a composição química da carcaça (proteína, gordura, água e minerais); determinar a eficiência energética, valor de venda e provável sucesso produtivo e reprodutivo; diminuir as perdas devido ao excesso de gordura ou penalidades impostas no sistema de tipificação de carcaças no mercado de carne, estimando precisamente o ponto ideal de abate; permitir o monitoramento sequencial da alteração da composição corporal de um animal individual com uma mínima perturbação do crescimento; diminuir a variabilidade do material experimental, bem como o custo em delineamentos experimentais complexos, por exemplo, na estimativa do crescimento dos tecidos corporais sem a necessidade de abates seriados e a subsequente dissecação dos tecidos em laboratórios.

Revisões sobre o desenvolvimento da técnica de ultra-som e sua aplicabilidade em bovinos foram realizadas por Stouffer (1965); Barton (1967); Simm (1983); Thwaites (1984); Henningsson (1987); Houghton & Turlington (1992); Wilson (1992,1999).

No Brasil, a partir de 1997, o Departamento de Produção Animal, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, da Universidade Estadual Paulista, campus de Botucatu, iniciou estudos utilizando a técnica de ultra-som "real-time" em bubalinos com objetivo de estimar a composição corporal dos animais, medindo a área de olho de lombo e a espessura de gordura de cobertura em rebanhos da raça Murrah e Mediterrâneo. Atualmente, estuda-se a possibilidade de utilização desta tecnologia para estimar valores do mérito genético da carcaça de bubalinos.

2.3. Fatores que Afetam a Acurácia do Ultra-som

Alguns fatores podem afetar a acurácia e a precisão das estimativas da composição corporal dos animais por ultra-som. Isto inclui as limitações tecnológicas, técnica ou experiência do técnico, nível de acabamento e musculosidade, sexo do animal, idade do animal, alterações nas características dos tecidos "pos-mortem", remoção do couro na desfolha, método de contenção, raça ou indivíduo, altura do pêlo, desbaste ou não do pêlo, umidade do pêlo do animal, tipo e temperatura do acoplante acústico, redução da escala da imagem, tipo de equipamento e efeito do manejo da carcaça pós abate (Perkins, 1992).

Segundo Temple et al. (1965) os erros na avaliação ultra-sônica dos animais vivos que resultaram em decréscimo na acurácia e precisão da estimativa da carne magra e gordura foram: 1) variação individual do animal, 2)

alterações teciduais durante o abate, 3) interpretação da imagem e 4) manipulação do equipamento.

A calibração do equipamento é o primeiro ponto a ser considerado na avaliação dos animais por ultra-som. Métodos de calibração mais modernos atualmente estão disponíveis no próprio equipamento. Por exemplo, os campos distal e proximal devem ser ajustados conforme o software utilizado para coleta e interpretação da imagem. O equipamento da marca Pie Medical utiliza um “phantom”, que possui um termômetro para calibração de diferentes escalas de temperatura. O ganho total, que oferece um ótimo balanço entre os tons de cinzas e ajusta o brilho global da imagem, deve ser calibrado conforme a profundidade dos tecidos. Conforme Ginther (1994), o controle do ganho ajusta o equipamento para que a intensidade de brilho seja similar nas diferentes profundidades dos tecidos.

Perkins (2000) comenta que os equipamentos de sistemas de modo B são calibrados para a velocidade dos tecidos moles ou água. Isto é realizado pelo ajuste do viés médio e medidas de phantoms (Amin, 1995). A velocidade varia com o tipo e temperatura dos tecidos.

Moore et al. (1985) relatam que o comprimento do transdutor utilizado até 1990, limitou a capacidade de obtenção de imagens da área de olho de lombo em bovinos, porque era necessária a sobreposição da imagem ultra-sônica para produzir uma completa visualização do músculo longo dorsal. Entretanto, segundo Tarouco (2004) esta limitação foi removida com os protótipos de transdutores mais longos atualmente utilizados com 17,2cm e de 18 cm.

Os erros entre medidas ultra-sônicas e da carcaça podem ser atribuídos à posição e pressão aplicadas ao transdutor, limpeza da área a ser avaliada, ajuste do campo distal e proximal para a resolução da imagem e interpretação da imagem produzida pelo técnico (Stouffer et al., 1961).

A causa mais comum de imagens ultra-sônicas de má resolução é a falha no acoplamento do transdutor à pele do animal. Thwaites (1984) comenta que as ondas ultra-sônicas são rapidamente dissipadas no ar e para operações normais de medidas, uma camada líquida deve ser colocada em toda a superfície do transdutor em oposição à pele do animal. A possibilidade de produção de ecos aberrantes devido à presença de bolhas de ar entre os pêlos dos animais foram identificados por Temple et al. (1956). A incidência de falhas em detectar as interfaces dos tecidos foi verificada por Campbell et al. (1959), onde foi verificada a diminuição das falhas de 35% para 10% quando os animais sofreram desbaste do pêlo na área de medida. Segundo Tarouco (2004), atualmente, a utilização do desbaste da área de medida depende da altura do pêlo, número de animais a ser avaliado por turno, grau de sujeira e impureza presente no pêlo do animal e grau de dificuldade de obtenção de imagens ultra-sônicas de alta resolução.

A resolução da imagem obtida sofre influência do tipo de acoplante acústico e da temperatura deste. Geralmente se utiliza como acoplante acústico um óleo vegetal porque é de menor custo, de fácil obtenção e como reportado por Thwaites (1984), é compatível com as secreções da pele dos animais.

A temperatura ambiente e do acoplante influenciam a qualidade das imagens ultra-sônicas devido à velocidade de transmissão do som. Gresham et

al. (1996) relatam que, melhores resultados são obtidos em relação à resolução das imagens com temperaturas do acoplante próxima a temperatura corporal do animal, em torno de 36-38°C. Wilson (1999) observa que quando a temperatura ambiente está abaixo dos 15° C, existe a necessidade de aquecer o acoplante acústico para obtenção de imagens de melhor qualidade.

Para melhorar o contato acústico com a pele do animal de ser aplicada suficiente pressão ao transdutor. A pressão aplicada ao transdutor durante o procedimento da coleta da imagem ultra-sônica pode causar distorção dos tecidos e afetar a acurácia da medição da espessura de gordura subcutânea porque este tecido é facilmente comprimido (Heckmatt et al., 1988). Estes autores notaram também que a aparente profundidade do tecido é afetada pelo ângulo de colocação do transdutor em relação à estrutura tecidual que está sendo analisada.

As variações na pressão aplicada ao transdutor durante as medições no animal vivo podem causar dois problemas. Primeiramente, quando muita pressão é aplicada pode distorcer os tecidos moles, particularmente na gordura, e contribuir para subestimar a sua espessura (Stouffer et al. 1961; Bacchus, 1963). Em segundo lugar, segundo Thwaites (1984), variações na pressão aplicada ao transdutor entre e pelo mesmo operador podem reduzir a repetibilidade das medidas ultra-sônicas.

Uma causa comum dos pobres resultados é o inadequado contato acústico entre o transdutor e a pele do animal que não elimina as bolhas de ar que ficam na superfície de medida (Sample & Erickson, 1980).

A pesquisa tem demonstrado que a acurácia é altamente dependente do técnico e melhora com a experiência (Brown, 1964; Henderson-Perry et al., 1989).

Watkins et al. (1967) afirmam que quando o operador ganha em experiência ele estima com maior acurácia o tamanho do músculo e a espessura de gordura subcutânea. O que corrobora com os resultados de McLaren et al. (1991); Robinson et al. (1992); Herring et al. (1994); Hassen et al (1998) e Charagu et al. (2000) que erros de várias magnitudes podem ser introduzidos durante a aquisição e a interpretação da imagem, captada conforme a experiência do operador.

Alguns autores fazem referência de sexo e raça como fonte de variação na acurácia e precisão das medidas obtidas por ultra-som (Hassen et al., 1999; Charagu et al., 2000).

As correlações entre espessura de gordura subcutânea por ultra-som e da carcaça tendem a ser mais baixas nos touros do que em novilhos e novilhas em decorrência da menor variabilidade e baixos níveis de acabamento apresentado por esta categoria (Perkins, 1992).

Por outro lado, trabalhando com novilhos e touros durante três anos, Rouse et al. (1993) concluíram que, independentemente do sexo, alta correlação e pequena diferença média foi encontrada e que as medidas ultrassônicas de área do músculo *longissimus dorsi* e espessura de gordura subcutânea podem ser usadas para prever a composição corporal dos animais vivos. Charagu et al. (2000), trabalhando com novilhos, novilhas e touros, concluíram que a diferença na acurácia da predição da área do músculo

longissimus dorsi, por ultra-som, parece ser mais influenciada pelo tamanho do músculo.

Segundo Hedrick (1983), as relações entre espessura de gordura subcutânea sob o músculo *longissimus dorsi* e área do músculo *longissimus dorsi*, medidas por ultra-som no animal vivo e composição da carcaça, são similares às relações entre as mesmas medidas na carcaça e composição de carcaça.

Medidas acuradas das características avaliadas por ultra-som, em animais vivos, podem ser utilizadas em programas de melhoramento genético de rebanhos, bem como ferramenta de manejo em confinamentos e em programas de produção de carcaças com características específicas (Wilson et al. (1998).

Hassen et al. (1998), avaliaram a repetibilidade e acuracidade das medidas de ultra-som e concluíram que a AOL e EGS podem ser medidas com precisão por equipamentos de ultra-som “real time” com alta repetibilidade. Entretanto, Smith et al. (1992) encontraram que a medida da EGS por ultra-som antes do abate foi precisa, o que não ocorreu com a AOL, ressaltando o cuidado que deve ser observado ao utilizar essas medidas em decisões de cruzamentos ou estratégias de manejo.

2.4. Características de Carcaça Avaliadas por Ultra-som

Na literatura internacional não encontra-se trabalhos avaliando as características de carcaça de bubalinos por ultra-som, pois além de ser uma técnica também recente em bovinos, no Brasil, em particular a FMVZ-UNESP-Botucatu, é a pioneira na adoção da técnica.

Desta forma procurou-se revisar o assunto com a espécie bovina, com o intuito de buscar alternativas de discussão.

2.4.1. Área do Músculo *longissimus dorsi* (ALD)

Berg & Butterfield (1979) relatam que, normalmente são feitas as medidas na região onde comercialmente é realizada a separação física das carcaças, de forma que se possam estabelecer relações entre as medições feitas no animal vivo e as medições na carcaça no mesmo local. Entretanto, segundo Luz e Silva (2002) esse ponto varia entre países, dificultando dessa forma a obtenção dessas medidas.

O músculo *longissimus* é o maior do corpo do animal e se estende por toda a região lombar e dorsal. Conforme Kempster et al. (1982), representa 6,7% do peso da musculatura total. Os músculos ao redor da coluna vertebral são de ímpeto de crescimento médio. Com isto pode-se obter uma estimativa geral da musculatura total avaliando músculos desta região (Berg & Butterfield, 1979).

As medidas ultra-sônicas são realizadas em vários pontos anatômicos das regiões dorsal e lombar para estimar o peso e percentagem de músculo na carcaça, entretanto, o sitio anatômico onde a medida da área do músculo *longissimus* apresenta maior repetibilidade e onde a localização é de fácil obtenção é entre a 12^a e 13^a costelas.

Stouffer (1995) afirma que a medida da AOL entre a 12^a e 13^a costelas pode ser mais acurada do que em outras, pois é de fácil localização, o que aumenta a repetibilidade da medida.

Hedrick (1983) revisando métodos para estimar a composição corporal de bovinos *in vivo* e na carcaça relata que áreas torácicas e lombares

têm sido utilizadas com maior frequência para medida da AOL e EGS, sendo que na maioria das pesquisas a AOL foi significativamente e positivamente relacionada com várias medidas de carne magra na carcaça, quando o excesso de gordura foi retirado ou padronizado a uma espessura uniforme. O mesmo autor comenta que os coeficientes de correlação foram maiores quando feitos em relação ao peso do que em relação à percentagem da porção comestível. Segundo Luchiari Filho (1986) a porção comestível pode ser definida como a quantidade ou percentagem de cortes cárneos desossados, retirados os excessos de gordura (Luchiari Filho, 1986).

Luchiari Filho (2000) citado por Luz e Silva (2002) comenta que a AOL tem sido relacionada com musculosidade além de ser um importante indicador do rendimento dos cortes de alto valor comercial. Corroborando com estas informações Perkins (1992) relata que a AOL medida entre 12^a e 13^a costelas é amplamente aceita e utilizada como um indicador da composição de carcaça.

Avaliando a relação de algumas medidas realizadas na carcaça com o peso dos cortes comerciais, Epley et al. (1970) citado por Luz e Silva (2002) relataram que a área de olho de lombo medida na carcaça explicou 32% da variação dessa característica, mas não apresentou nenhuma relação com a percentagem de corte cárneos desossados. Da mesma forma, Cole et al. (1960) relataram que a AOL da carcaça explicou 18% da variação da porção de carne magra da carcaça em bovinos.

2.4.2. Espessura de Gordura Subcutânea (EGS)

Berg & Butterfield (1979) relatam que a gordura é o tecido mais variável da carcaça, e não somente em quantidade, mas também nas regiões

em que se deposita, variando amplamente ao longo do processo de crescimento. À medida que a percentagem de gordura aumenta, há uma diminuição da percentagem de carne magra da carcaça.

Segundo Luz e Silva (2002) não existe uma definição da EGS ideal que atenda todos os tipos de mercados consumidores, pois em alguns mercados é uma característica extremamente desejável, enquanto que em outros é indesejável. Porém, segundo Luchiari Filho (2000), com algumas exceções, o objetivo dos pecuaristas atualmente deverá ser a produção de animais sem excessos de gordura, não esquecendo que do ponto de vista qualitativo há necessidade de um nível mínimo de gordura de cobertura (2 a 3 mm) para proteger a carcaça durante o resfriamento, evitando assim a desvalorização do produto.

A EGS, medida a $\frac{3}{4}$ da borda medial, sobre o músculo *longissimus dorsi*, é um eficiente indicador de acabamento da carcaça (Hedrick, 1983).

A porcentagem de cortes comerciais desossados e a EGS são inversamente relacionados (Wilson, 1995). Desta forma, segundo Perkins (1992) a quantidade de gordura na carcaça influencia sobremaneira a percentagem de corte comerciais.

Kempster et al. (1982) relatam que a EGS medida na altura da 12^a costela é um indicador dos mais usados como estimador da composição global da carcaça, em programas de seleção de raças e esquemas de classificação de carcaças.

Atualmente com o uso do ultra-som pode-se estimar a gordura da carcaça em diferentes depósitos (subcutâneo, intramuscular e intermuscular). Pode-se estimar não só a espessura de gordura na superfície da carcaça, mas

também a sua distribuição, através da realização de várias medidas em diferentes sítios anatômicos.

O aumento na percentagem de algumas partes da carcaça de novilhos acabados é devido ao maior aumento na deposição de gordura, e esse aumento é maior nas partes da carcaça de menor valor e demanda, principalmente nas partes ventrais, diminuindo conseqüentemente a proporção de cortes de maior valor (Luitingh citado por Luchiari Filho (2000)).

Wilson (1992) citado por Luz e Silva (2002) relata que a utilização da gordura de cobertura como ponto de referência para medidas de ultra-som em animais vivos é extremamente importante quando se objetiva a classificação de animais para abate.

2.4.3. Espessura de Gordura sobre o Músculo *bíceps femoris* (EGP8)

Vários autores têm estudado a identificação de sítios alternativos como indicadores da composição da carcaça.

Jonhson & Yidyadaran (1981) realizaram um estudo para identificar sítios alternativos para medição da espessura de gordura subcutâneo e determinar o grau de acabamento de carcaças bovinas. Foram identificados por estes autores, como promissores dois sítios alternativos, sendo um localizado no ângulo caudal-dorsal do músculo *bíceps femoris* e outro situado a 3 mm lateral ao ponto mais alto da cristal sacral. Segundo Tarouco (2004), este último sítio seria utilizado como indicador do grau de acabamento no sistema Australiano de Classificação de Carcaças e chamado de P8. Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Williams et al. (1997), que não encontraram aumento nos coeficientes de determinação, comparados as medidas tradicionais de EGS entre a 12^a e 13^a costelas.

A deposição de gordura ocorre primeiramente no traseiro e dianteiro, avançando em direção à coluna vertebral, descendo posteriormente para a parte inferior das costelas (Berg & Butterfield, 1976).

Baud et al. (1998) citados por Luz e Silva, relataram que a medida realizada no início do experimento não foi adequada para classificar os animais individualmente quanto à espessura de gordura na carcaça no momento do abate, entretanto, quando realizada imediatamente antes do abate foi altamente precisa.

A EGP8 pode ser obtida por ultra-som e é negativamente relacionada com percentagem de cortes comerciais e considerada como um indicador adicional do acabamento de carcaça. A medida da EGP8 pode ser um melhor indicador para prever a percentagem de cortes comerciais em animais com menor acabamento, pois terão menos gordura entre a 12^a e 13^a costelas (Iowa State University, 2001).

2.5. Predição do Peso e Rendimento dos Cortes Cárneos por Ultra-som

Diversas pesquisas têm avaliado a eficiência da utilização do ultra-som "real-time" na predição da quantidade e percentagem de carne comercializável em bovinos (Wilson, 1992; Houghton and Turlington, 1992; Wilson et al, 1993; Herring et al., 1994; Hamlin et al., 1995; Williams et al., 1997; Hassen et al., 1998 e 1999; Wilson et al., 2000; Tarouco, 2004). A maioria destes autores tem concluído que os modelos de predição baseados nas medidas obtidas por ultra-som "in vivo" apresentam uma acurácia, tal quais as baseadas sobre medidas de carcaça *post-mortem*.

A área de olho de lombo e a espessura de gordura subcutânea obtidas por ultra-som estão altamente relacionadas à percentagem e peso dos cortes desossados das carcaças bovinas (Perry et al., 1993; Herring et al., 1994; Greiner et al., 1995; Wolcott et al., 1997; Williams et al. 1997; Hassen et al., 1999).

A espessura de gordura subcutânea e a percentagem dos cortes comerciais estão inversamente relacionadas; alta espessura de gordura subcutânea implica em baixa percentagem dos cortes comerciais. A área de olho de lombo é positivamente correlacionada com o peso dos cortes comerciais (Wallace et al., 1977; Koch et al., 1982, Wheeler et al., 1997).

Segundo Epley et al. (1970) e Luchiari Filho (1986) as equações de predição que utilizam medidas na carcaça, tais como peso de carcaça quente, AOL, EGS, gordura pélvica, renal e cardíaca entre outras, explicam aproximadamente 95% a 98% da variação encontrada no peso dos cortes comerciais e cerca de 40% a 60% na percentagem dos cortes comerciais.

Greiner et al. (1996) estudando novilhos bovinos de diferentes raças obtiveram coeficientes de correlação entre medidas de ultra-som da área de olho de lombo e peso dos cortes comerciais de 0,61 e com a percentagem dos cortes comerciais de 0,27. Resultados similares foram encontrados por Williams et al., (1997) e Hassen et al., (1999), que encontraram coeficientes de correlação entre a medida da área de olho de lombo por ultra-som e o peso dos cortes comerciais de 0,48 e 0,42, respectivamente. Por outro lado, para a percentagem de cortes comerciais, os coeficientes de correlação foram mais baixos de 0,002 e 0,15, respectivamente.

Wolcott et al. (1997) citado por Luz e Silva (2002) comenta que é necessário estabelecer a acurácia e estabilidade da relação entre as medidas realizadas por ultra-som e percentagem dos cortes comerciais dentro de sistemas específicos de produção, e, se essas relações forem estáveis, é importante e necessário verificar o quão mais cedo essas medidas podem ser obtidas. Ainda segundo os autores, medidas obtidas na desmama, por exemplo, podem ser utilizadas como ferramentas para melhor agrupar animais de acordo com as especificações do mercado alvo, bem como um meio de identificar animais de mérito genético superior.

Greiner et al. (1996) encontraram coeficiente de correlação de -0,76 entre a espessura de gordura subcutânea por ultra-som e a percentagem de cortes comerciais. Resultados semelhantes foram obtidos por Hassen et al. (1999), com coeficiente de correlação de -0,64 entre as características anteriormente citadas. Entre a espessura de gordura subcutânea por ultra-som e os pesos dos cortes comerciais obtiveram um coeficiente de correlação positiva, porém muito baixo de 0,07.

Williams et al. (1997) obtiveram resultados com a mesma tendência, sendo o coeficiente de correlação negativo entre a espessura de gordura subcutânea por ultra-som e percentagem de cortes comerciais (-0,38) e positivos com o peso dos cortes comerciais (0,26), porém mais elevado.

Poucos estudos foram realizados a partir de características obtidas por ultra-som com relação à estimativa da composição do corte traseiro especial de bovinos. Este fato ocorre a diferença entre países quanto ao padrão de cortes utilizados nos sistemas de comercialização e desossa da carcaça (Tarouco, 2004).

Andersen (1975) citado por Tarouco (2004) reportou dois experimentos com touros bovinos jovens, em média 15 meses de idade, utilizando diferentes equipamentos para a obtenção de medidas ultra-sônicas. Os coeficientes de correlação entre a área de olho de lombo e a percentagem de carne magra no corte traseiro especial nos dois experimentos; foram positivos e significativos de 0,37 e 0,42.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local e Condições Climáticas

A presente pesquisa foi realizada no Confinamento Experimental do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal, da Fazenda Lageado, pertencente a Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Unesp, município de Botucatu/SP, cujas coordenadas geográficas são latitude sul 22°51' e longitude oeste 48°26', altitude média 800m ao nível do mar, temperatura média anual 20,2°C e precipitação média anual de 1464mm.

3.2. Animais Utilizados e Instalações Experimentais

Utilizaram-se 28 bubalinos puros de origem da raça Mediterrâneo, machos não-castrados, filhos de um mesmo touro, recriados em pastagem nativa e com idade média inicial de 14 meses e peso vivo (PV) médio inicial de $330 \pm 25,8$ kg, provenientes do rebanho da Fazenda Três Rios, situada no município de Caraguatatuba, litoral norte do Estado de São Paulo.

Os animais foram mantidos em regime de confinamento à céu aberto, distribuídos aleatoriamente em quatro baias coletivas, sendo que cada

baia possuía área total de 300 m², sendo 70 m² cobertos com sombra artificial por meio de sombrite, provida de 10 metros lineares de comedouro de concreto e bebedouro do tipo australiano com bóia automática com capacidade para 1.500 litros.

3.3. Tratamentos, Ração, Arraçoamento e Período Experimental

Os animais foram distribuídos em quatro grupos de sete animais, cada um designado, aleatoriamente, para um dos tratamentos (categorias de pesos de abate):

- Alimentação “ad libitum” até o abate a 450 kg PV (categoria I);
- Alimentação “ad libitum” até o abate a 480 kg PV (categoria II);
- Alimentação “ad libitum” até o abate a 510 kg PV (categoria III);
- Alimentação “ad libitum” até o abate a 540 kg PV (categoria IV).

O período de adaptação teve a duração de 28 dias, fornecendo-se a todos os animais a ração utilizada no período experimental, “ad libitum”. Após o período de adaptação, foram abatidos os animais do grupo AB, servindo como referência no estudo da composição corporal inicial dos animais.

Os animais das categorias I, II, III e IV receberam, durante o período experimental, uma ração balanceada “ad libitum”, formulada segundo as normas do NRC (1996) de modo a permitir um ganho diário de peso vivo de 1,3 kg. Procurou-se sempre manter a proporção concentrado : volumoso próxima de 70:30, na matéria seca (MS).

A composição percentual da dieta experimental e dos nutrientes da mesma é apresentada na Tabela 01.

Tabela 01. Composição percentual da dieta experimental com base na matéria seca (MS)

Composição da Dieta	MS (%)
Silagem de milho	7,8
Feno de <i>coast cross</i>	20,6
Caroço de algodão	8,2
Silagem de milho úmido	46,0
Núcleo*	17,4
Nutrientes	
Proteína Bruta	13,0
NDT (estimado)	73,2
Fibra em Detergente Neutro	23,6
Energia Metabolizável(Mcal/Kg)	2,7

* Composição do Núcleo: Ureia (6,25%), Levedura Seca (68,75%), Mistura Mineral** (25%) e Rumensin® (3ppm).

** Composição da Mistura Mineral por quilograma de produto: 75g P, 126g Ca, 160g Na, 240g Cl, 20g S, Mg 15mg, 4.000mg Zn, 1.800mg Cu, 1.500mg Fe, 1.400mg Mn, 150mg Co, 120mg 1,15mg Se, 750mg F (max), palatabilizante 50mg.

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia (refeições iguais) às 8:00 e às 15:00 horas. A quantidade de ração era ajustada, de forma a se manterem as sobras entre 5 e 10% do fornecido. Tanto a quantidade de ração fornecida quanto as sobras foram registradas, semanalmente, para ajuste do consumo de alimentos.

O período experimental não teve duração pré-fixada, uma vez que os animais eram abatidos assim que atingiam os pesos preestabelecidos de 450, 480, 510 ou 540 kg PV, correspondentes aos tratamentos (categorias de pesos de abate) I, II, III e IV, respectivamente.

3.4. Metodologia de Colheita de Dados de Ultra-som

Antes do período de adaptação, os animais foram pesados, após jejum de sólidos e líquidos de 16 horas, identificados com brincos numerados e submetidos ao controle de endo e ectoparasitas.

A cada 28 dias e após jejum completo de 16 horas foram colhidos o peso vivo (PV) dos animais e as respectivas imagens de ultra-som para medição da área do músculo *longissimus dorsi* (ALDU), da espessura de gordura subcutânea (EGSU) e da espessura de gordura subcutânea sobre o músculo *bíceps femoris* (EGP8U). À medida que um animal aproximava-se do peso de abate preestabelecido, era pesado a intervalos menores, de forma a ser abatido com o peso previsto.

Para obtenção das imagens ultra-sônicas, foi utilizado um equipamento de ultra-som marca Pie Medical[®], modelo Scanner 200 VET, com um transdutor de arranjo linear com frequência de 3,5 MHz e 178 mm de comprimento, com uma guia acústica acoplada para melhor adaptação a conformação do animal.

Após imobilização do animal em um tronco de contenção, foi localizado, por palpação, o espaço entre a 12^a e 13^a costelas, sempre do lado esquerdo. Neste local, pelo fato dos bubalinos apresentarem muitos pêlos, foi realizado o desbaste com tosquiadeira Oster[®] modelo 510A para evitar interferência da transmissão do feixe de onda sonora. Em seguida, sobre o local da medida foi colocado óleo vegetal (soja) com o objetivo de assegurar o contato acústico entre o transdutor e a superfície do sítio anatômico de medida no animal.

As medidas ultra-sônicas da área do músculo *longissimus dorsi* (ALDU) e da espessura de gordura subcutânea (EGSU) foram obtidas entre a 12^a e 13^a costelas com auxílio da guia acústica. As medidas da ALDU e EGSU foram realizadas, respectivamente, delimitando a área total do músculo entre o espaço intercostal da 12^a e 13^a costelas, utilizando uma escala de medidas em centímetros quadrados (cm²). Em todas as medidas, os músculos intercostais, *longissimus costarum* e a depressão da gordura (“acorn fat”) na parte proximal do músculo *longissimus*, foram excluídas. Para obtenção da espessura de gordura subcutânea, foi medida a profundidade do tecido a $\frac{3}{4}$ de distância a partir do lado medial do músculo *longissimus*, utilizando uma escala em milímetros (mm). Após a obtenção da imagem da ALDU e EGSU, foi realizada a imagem da EGP8U. Para a colheita desta imagem, colocou-se o transdutor, sem a guia acústica, em linha reta entre o íleo e o ísquio, até a visualização da imagem correta para a realização da medida, em milímetros (mm).

As imagens obtidas foram gravadas em microcomputador acoplado ao ultra-som para posterior análise, através do programa computacional EView[®] (Pie Medical Inc.).

3.5. Manejo, Abate dos Animais e Colheita de Dados

Antes do abate, os animais foram submetidos a um período de jejum de 16 horas, com livre acesso à água. O abate foi realizado no Frigorífico Minerva, situado no município de Barretos-SP, distanciado a 230 km do confinamento, obedecendo o fluxo normal do estabelecimento.

O abate se deu após pesagem do animal, por insensibilização com pistola de dardo cativo e posterior sangria por seção da veia jugular. Imediatamente após o abate foi obtido o peso de carcaça quente (PCQ), sendo

a carcaça dividida em duas metades, com o auxílio de uma serra elétrica, e estas pesadas individualmente. Em seguida, as duas metades da carcaça eram levadas à câmara fria, onde permaneciam por aproximadamente 24 horas, à temperatura de 0°C.

Decorrido o resfriamento, a meia-carcaça esquerda de cada animal foi cortada entre a 12^a e 13^a costelas, para obtenção da área do músculo *longissimus dorsi* (ALDC) e espessura de gordura subcutânea (EGSC) da carcaça. A ALDC foi traçada sobre um papel acetato e posteriormente medida com uma grade plástica de pontuação AS-235e, distribuída pela Iowa State University of Science and Technology, Ames, Iowa, USA (1991). A EGSC utilizada para avaliar a acurácia da medida ultra-sônica foi uma medida não ajustada, obtida a $\frac{3}{4}$ da distância a partir do lado medial do músculo *longissimus dorsi*, aferida com um paquímetro.

A meia-carcaça esquerda também foi utilizada para a obtenção dos pesos dos cortes primários: peso do traseiro especial (PCT), costilhar ou ponta de agulha (PCC) e dianteiro (PCD). O peso total da porção comestível do corte do traseiro especial (PPCTE) correspondeu à soma dos pesos dos cortes individuais comerciais desossados do traseiro especial após a realização do toalete das aparas de gordura e tecido conjuntivo.

As aparas individuais de cada corte foram pesadas após a desossa e, posteriormente, somadas para obtenção do peso das aparas totais do traseiro especial (PATT). O peso total do osso do corte do traseiro especial (POSSO) correspondeu à soma total do tecido ósseo do traseiro especial após a desossa dos cortes do traseiro especial. A percentagem de osso (%OSSO) e aparas totais (%ATT) foram obtidas em relação ao peso do corte traseiro

especial com osso (PCTE) e multiplicadas por 100. O rendimento de carcaça (RCQ) foi obtido a partir da seguinte fórmula: $PCQ / PVUS \times 100$.

Todas as medidas realizadas no animal vivo e na carcaça foram tomadas no lado esquerdo do animal e na meia-carcaça esquerda, respectivamente.

3.6. Delineamento Experimental e Análise Estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (pesos de abate) e sete repetições.

As equações para estimar o peso, o rendimento de carcaça, peso e rendimento da porção comestível foram determinadas através de regressão múltipla, utilizando o PV, ALDU, EGSU e EGP8U como variáveis independentes, dentro de cada período.

Foram obtidas todas as equações possíveis e três foram selecionadas segundo os seguintes critérios: C_p mais próximo a p , com p mínimo, menor variância residual, maior r^2 e menor número de variáveis independentes.

MacNEIL (1983) comenta que o C_p relaciona o r^2 e a variância residual e é um critério de escolha de equações mais adequado que o r^2 somente, permitindo a identificação de subconjuntos ótimos quando valores de C_p se aproximam de p , com p mínimo.

A estatística C_p , proposta por Mallows (1973) e citada por MacNEIL (1983), é definida por:

$$C_p = \frac{SQRes}{QMRes} - (n-2p)$$

Onde:

SQRes = Soma de quadrado médio do resíduo do modelo utilizado

QMRes = Quadrado médio do resíduo do modelo completo

N = Número de observações utilizadas

p = Número de variáveis preditoras no modelo reduzido, incluindo o termo constante β_0 .

A análise do efeito dos tratamentos (pesos de abate) sobre as características medidas por ultra-som foram realizadas através do procedimento *Mixed* do pacote estatístico SAS[®] (1990).

As análises estatísticas foram realizadas através do programa SAS[®] (1990).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Desempenho das Características Avaliadas

Na Tabela 02 são apresentados os valores mínimo, máximo, médios e respectivos desvios-padrão das características avaliadas no presente estudo.

Tabela 02 – Valores médios e respectivos desvios-padrão, mínimo e máximo para as características avaliadas in vivo, por ultra-som e na carcaça de bubalinos Mediterrâneo durante o período experimental

Características	Média \pm Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Peso Vivo de Abate (kg)	496,18 \pm 38,56	426,00	552,00
Peso Carcaça Quente (kg)	246,18 \pm 20,92	208,50	280,50
ALDU (cm ²)	66,81 \pm 7,04	54,85	79,53
EGSU (mm)	9,92 \pm 3,00	5,00	17,60
EGP8U (mm)	11,93 \pm 3,18	6,30	17,80
ALD Carcaça (cm ²)	69,46 \pm 6,82	56,00	81,00
EGS Carcaça (mm)	10,37 \pm 3,01	5,00	18,00
EGP8 Carcaça (mm)	13,30 \pm 3,30	7,00	19,00
Porção Comestível Carcaça (kg)	183,82 \pm 18,27	132,42	212,49
Porção Comestível Carcaça (%)	74,60 \pm 2,39	63,51	76,55

EGS = Espessura de gordura subcutânea; ALD = Área do *longissimus dorsi*; EGSU = Espessura de gordura subcutânea sob o *longissimus dorsi* por ultra-som; ALDU = Área do *longissimus dorsi* por ultra-som; EGP8U = espessura de gordura sob o *bíceps femoris* por ultra-som

Pode-se observar que os valores médios de área do músculo *longissimus dorsi* (ALDU), espessura de gordura subcutânea (EGSU) e espessura de gordura sob o músculo *bíceps femoris* (EGP8U), obtidos por

ultra-som, foram bastante próximos daqueles mensurados diretamente na carcaça. Cabe ressaltar que todas as medidas de ultra-som foram realizadas pelo mesmo técnico, o que garante maior acurácia as mesmas.

Na Tabela 03 são apresentadas as médias e equações de regressão das características de carcaça avaliadas in vivo em função dos diferentes pesos de abate.

Tabela 03 - Médias e equações de regressão para peso vivo (PV) real de abate (kg), peso da carcaça quente (kg), rendimento de carcaça quente, área do músculo *longissimus dorsi* inicial e final (cm²), espessura de gordura subcutânea inicial e final por ultra-som (mm), espessura de gordura sob o músculo *bíceps femoris* inicial e final (EGP8U) (mm) de bubalinos Mediterrâneo abatidos em diferentes pesos de abate

Parâmetros	Peso de Abate (kg)				r ²	Equação de Regressão
	450	480	510	540		
PV Real de Abate (kg)	443	485	513	543	-	-
Peso Carcaça Quente (kg)	220	241	256	277	0,94**	$\hat{Y} = -18,399 + 0,532*PA$
Rendimento Carcaça (%)	49,7	49,7	49,9	51,0	-	$\hat{Y} = 50,1$
ALDU Inicial (cm ²)	30,3	34,6	35,8	41,5	0,43**	$\hat{Y} = -14,811 + 0,1015*PA$
ALDU Final (cm ²)	65,3	62,3	66,3	73,3	0,74**	$\hat{Y} = 28,962 + 0,0763*PA$
EGSU Inicial (mm)	3,0	3,3	3,4	3,5	-	$\hat{Y} = 3,3$
EGSU Final (mm)	6,7	11,3	11,7	11,9	0,63**	$\hat{Y} = -7,1282 + 0,0344*PA$
EGP8U Inicial (mm)	3,2	3,5	3,8	3,8	-	$\hat{Y} = 3,6$
EGP8U Final (mm)	8,1	11,4	13,5	13,7	0,65**	$\hat{Y} = -15,563 + 0,0554*PA$

** P<0,01 PV = peso vivo; ALDU = área do *longissimus dorsi* por ultra-som; EGSU = espessura de gordura subcutânea sob o *longissimus dorsi* por ultra-som; EGP8U = espessura de gordura sob o *bíceps femoris* por ultra-som.

Verificou-se efeito linear (P<0,01) de regressão do peso de carcaça quente (PCQ), ALDU Inicial e Final, EGSU Final e EGP8 Final em função do peso vivo (PV) de abate dos animais. Os elevados valores dos coeficientes de determinação (r² = 0,94; 0,43; 0,74; 0,63 e 0,65), nas equações para predição do PCQ, ALDU Inicial e Final, EGSU Final e EGP8U Final a partir do PV de abate, respectivamente, mostram bom ajustamento das equações aos dados.

Owens & Gardner (1999) revisando os efeitos da nutrição e do manejo sobre as características de carcaça de bovinos confinados, relataram

que a ALD aumenta à medida que aumenta o peso da carcaça, sendo que a ALD percentualmente aumenta menos que o peso da carcaça, corroborando com os resultados do presente estudo. Ainda segundo os autores, o músculo pode atingir a maturidade antes do peso, refletindo a natural progressão da deposição de gordura em relação ao músculo com a maturidade. Comportamento semelhante foi relatado por Luz e Silva (2002) trabalhando com bovinos Nelore e Brangus terminados em confinamento e alimentados com diferentes níveis de concentrado.

Da mesma forma, concordando com os resultados do presente estudo, comportamento linear da ALDU em função do peso vivo, em bovinos, foi obtido por May et al. (1992); Delehant et al. (1997) e Nash et al. (2000).

A espessura de gordura subcutânea final sob o *longissimus dorsi* por ultra-som (EGSU) também apresentou uma resposta linear ($P < 0,01$) em função do PV de abate (Figura 01). Estes resultados concordam com os encontrados em bovinos por May et al. (1992); Nash et al. (2000); Suguisawa (2001) e Luz e Silva (2002).

Pelo fato de os animais terem recebido uma dieta com proporção concentrado:volumoso de 70:30, pode-se observar que os mesmos apresentaram grande deposição de gordura subcutânea, principalmente àqueles abatidos com pesos mais elevados.

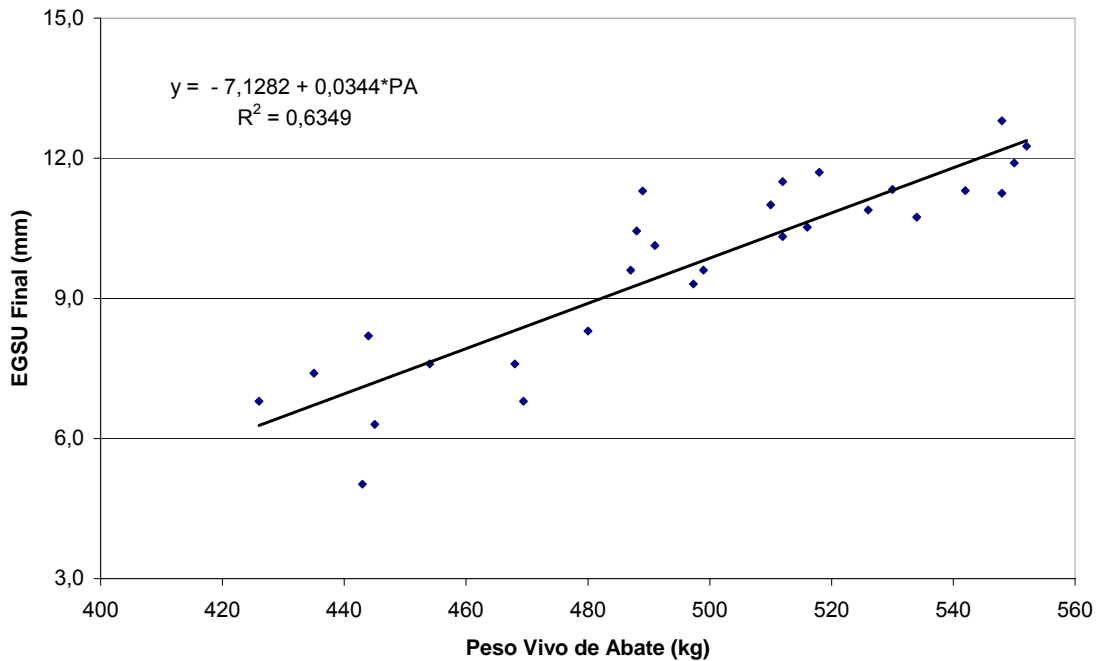


Figura 01 – Dispersão dos dados de espessura de gordura subcutânea final, em milímetros, sob o *longissimus dorsi* (EGSU), por ultra-som, em função do peso vivo de abate de bubalinos Mediterrâneo.

A espessura de gordura final sob o *bíceps femoris* por ultra-som (EGP8U) apresentou resposta linear ($P < 0,01$) em função do peso de abate (Figura 02).

A EGP8U final apresentou resposta semelhante a EGSU final quanto ao efeito do peso de abate, sendo que 65% e 63% das variações destas medidas foram explicadas pelo efeito do peso de abate. Estes resultados estão de acordo com Luz e Silva (2002) quando trabalhou com bovinos Nelore e Brangus terminados em confinamento e alimentados com dietas contendo níveis de concentrado de 20; 40; 60 e 80%.

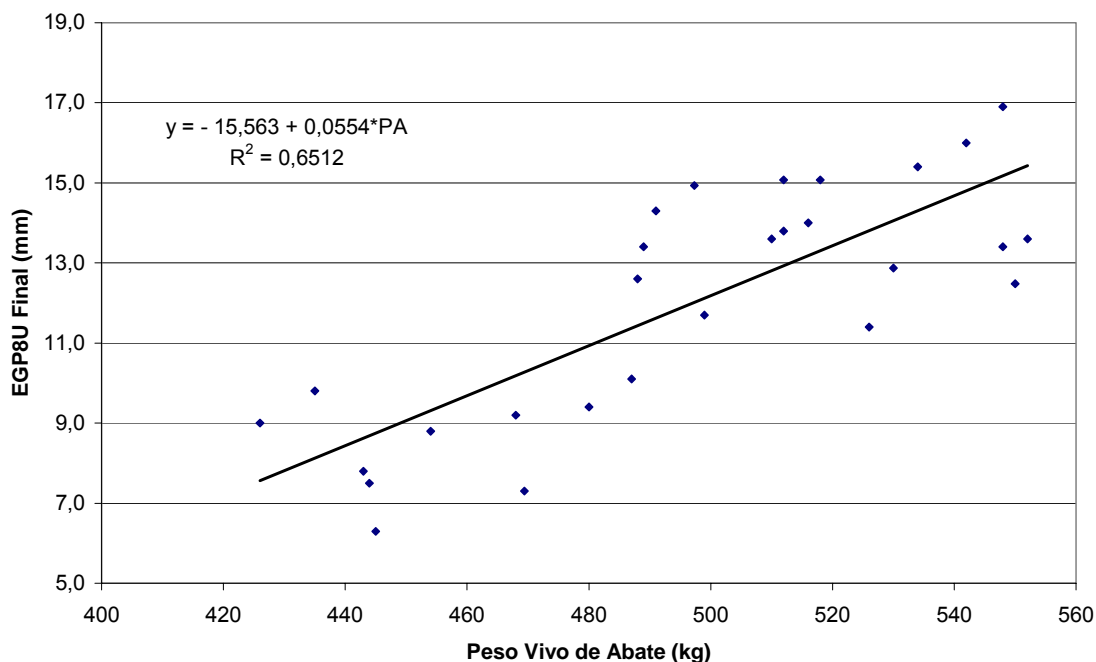


Figura 02 – Dispersão dos dados de espessura de gordura final, em milímetros, sob o *bíceps femoris* (EGP8U), por ultra-som, em função do peso vivo de abate de bubalinos Mediterrâneo.

Para cada aumento em 1,0 kg PV de abate os animais apresentaram aumentos de 0,0344 mm e 0,0554 mm na espessura de gordura subcutânea (EGSU) e espessura de gordura da garupa (EGP8U) finais, por ultra-som, respectivamente.

4.2. Correlações Simples entre as Características Avaliadas por Ultra-som e na Carça

Inúmeras pesquisas tem sido conduzidas com bovinos com o objetivo de comparar medidas ultra-sônicas realizadas antes do abate, com as respectivas mensurações na carça (Perry et al., 1990; Bullock et al., 1991; Brethour, 1992; Bergen et al., 1996; Suguisawa, 2001; Luz e Silva, 2002 e Greiner et al., 2003; entre outros)

No entanto, em bubalinos a aplicação da técnica é recente e carece de maiores estudos, sendo a Unesp-FMVZ-Botucatu pioneira na sua adoção, o que motivou a presente pesquisa.

Os coeficientes de correlação entre as medidas ultra-sônicas e da carcaça são apresentados na Tabela 04.

Tabela 04 – Coeficientes de correlação simples entre as medidas ultra-sônicas e da carcaça de bubalinos Mediterrâneo terminados em confinamento

Característica	Correlações Simples		
	ALDU (cm ²)	EGSU (mm)	EGP8U (mm)
Peso de Carcaça Quente (kg)	0,74**	0,62**	0,71**
Rendimento de Carcaça (%)	0,47**	0,56**	0,59**
ÁLD Carcaça (cm ²)	0,96**	-0,13	-0,07
EGS Carcaça (mm)	-0,02	0,99**	0,79**
EGP8 Carcaça (mm)	0,06	0,65**	0,91**
Porção Comestível (kg)	0,68**	0,30	0,50**
Porção Comestível (%)	0,32	-0,83**	-0,72**

* P<0,05 ; ** P<0,01 ALDU = área do *longissimus dorsi* por ultra-som; EGSU = espessura de gordura subcutânea sob o *longissimus dorsi* por ultra-som; EGP8U = espessura de gordura sob o *biceps femoris* por ultra-som.

Os coeficientes de correlação entre as medidas ultra-sônicas e da carcaça para área do *longissimus dorsi* (0,96) e espessura de gordura subcutânea (0,99) foram bastante próximos e um pouco superiores a maioria dos trabalhos com bovinos. Perry et al. (1990); Bullock et al. (1991); Brethour (1992); Bergen et al. (1996); Luz e Silva (2002); Greiner et al. (2003) e Tarouco (2004) obtiveram coeficientes de 0,96; 0,90; 0,90; 0,92; 0,83; 0,92 e 0,96 para área do músculo; e 0,94; 0,92; 0,90; 0,90; 0,86; 0,91 e 0,94 para espessura de gordura subcutânea, respectivamente. Os valores dos coeficientes obtidos no presente estudo se aproximam dos obtidos por técnicos altamente treinados para aplicação do ultra-som.

Os coeficientes de correlação entre as medidas ultra-sônicas e da carcaça para espessura de gordura subcutânea (EGSU) e espessura de gordura sob o *bíceps femoris* (EGP8U) com e a percentagem da porção comestível foram de -0,83 e -0,72 ($P < 0,01$), respectivamente, mostrando que à medida que aumenta a espessura de gordura subcutânea nestes dois sítios a percentagem de porção comestível da carcaça diminui. Concordando com estes resultados Greiner et al. (2003) trabalhando com bovinos de vários grupos genéticos encontraram correlação de -0,76 entre a espessura de gordura subcutânea (EGSU) e a percentagem de porção comestível.

Corroborando com os relatos de Tarouco (2004) a alta relação encontrada no presente estudo, pode ser devido ao somatório de vários fatores: 1) o autor da presente pesquisa tem experiência e é técnico certificado em ultra-som para avaliação de características de carcaça pela Aval Serviços Tecnológicos S/C em convênio com a Biotronics Inc. e *Iowa State University* e foi quem coletou as imagens de ultra-som e realizou as mensurações na carcaça; 2) a utilização de transdutores com comprimento adequado de 178 mm; a utilização de computador e software específico na coleta e interpretação das imagens ultra-sônicas; 3) o fato de todos os animais serem jovens e homogêneos; 4) o próprio período de resfriamento das carcaças utilizado neste estudo, que foi de 24 horas e, teoricamente não sofreram desidratação a ponto de influenciar na estrutura dos tecidos moles.

Conforme Perkins et al. (1992), o tamanho da área do músculo *longissimus dorsi* também pode ser considerado como uma fonte de variação na relação obtida entre as medidas ultra-sônicas e da carcaça. Este mesmo autor relata que à medida que a área do *longissimus dorsi* dos animais

aumenta, a correlação diminui e, segundo Wilson et al. (1998) e Greiner et al. (2003), existe uma tendência das áreas musculares menores serem superestimadas e as áreas maiores serem subestimadas pela técnica do ultra-som.

As limitações tecnológicas, a experiência do operador, a espessura de gordura subcutânea e o tamanho do músculo, aliado a fatores como sexo e idade do animal, interferem na correlação entre medidas realizadas por ultra-som antes do abate e na carcaça (Perkins et al. (1992). Tarouco (2004) relata também outros fatores que interferem na correlação entre estas medidas, tais como: mudanças ocorridas nos tecidos *post mortem*, a remoção da gordura junto com o couro, o deslocamento dos músculos em direção cranial quando os animais são pendurados, entre outros.

Greiner et al. (2003) comentam que apesar do coeficiente de correlação ser útil, apresenta a limitação de não explicar o viés das medidas, ou seja, a tendência de subestimar ou superestimar medidas da carcaça com as obtidas por ultra-som.

Desta forma, na Tabela 05 está relacionada a acurácia das medidas ultra-sônicas comparadas com as medidas da carcaça para área do *longissimus dorsi* e espessura de gordura subcutânea.

Tabela 05 – Acurácia das medidas ultra-sônicas em bubalinos Mediterrâneo

	ALDU (cm ²)	EGSU (mm)	EGP8U (mm)
Viés Médio	-2,65	-0.45	-1,37
Diferença Absoluta Média	2,71	1,02	1,36
Erro Padrão da Predição	3,36	1,53	1,74

ALDU = área do *longissimus dorsi* por ultra-som; EGSU = espessura de gordura subcutânea sob o *longissimus dorsi* por ultra-som; EGP8U = espessura de gordura sob o *biceps femoris* por ultra-som.

A medida de ultra-som subestimou a área do *longissimus dorsi* em média em 2,65 cm². A mesma tendência foi observada por Perkins et al. (1992) de 1,7 cm² em novilhos; Crews et al. (2002) de 4,25 cm²; 5,66 cm² e 1,23 cm² novilhos, touros e vacas, respectivamente e, concordando também com a média do viés de 0,26 cm² obtida por Tarouco (2004).

Por outro lado, a análise do viés médio revelou que o ultra-som subestimou a espessura de gordura subcutânea e a espessura de gordura sob o *bíceps femoris* em 0,45 mm e 1,37 mm. Estes resultados discordam de diversos autores que trabalhando com bovinos, observaram que as medidas do viés médio para estas mensurações tendem a superestimar a espessura de gordura da carcaça (Herring et al., 1994; Hassen et al., 1998; Charagu et al., 2000; Greiner et al., 2003 e Tarouco, 2004). No entanto estes mesmos autores são de consenso de que este fato ocorre quando se trabalha com animais pouco musculosos e com espessura de gordura subcutânea abaixo de 5mm.

No presente estudo trabalhou-se com animais com médias de espessura de gordura subcutânea do *longissimus dorsi* e espessura de gordura sob o *bíceps femoris* de 9,9 mm e 11,9 mm, respectivamente, o que pode ter contribuído para a superestimativa dessas medidas, o que corrobora com as observações de Wilson et al. (1999), de que em animais gordos (>10mm), há uma maior dificuldade na obtenção de uma imagem clara e de alta qualidade, diminuindo desta forma a acurácia.

No entanto, coeficientes de correlação altamente significativos foram obtidos entre o EGP8U medido por ultra-som com as características EGS e EGP8 da carcaça, com valores de 0,79 e 0,91, indicando que existe uma relação estreita entre as variáveis estudadas e que, quando a espessura de gordura

sob o *bíceps femoris* aumenta (EGP8), a espessura de gordura subcutânea sob o *longissimus dorsi* também se eleva. Pelos dados observa-se que a gordura se deposita em maior quantidade sob o *bíceps femoris*. Segundo Tarouco (2004) este resultado é importante para o sistema de criação brasileiro de bovinos, onde mais de 80% do rebanho é composto por zebuínos e seus mestiços, podendo ser melhor estimador do grau de acabamento destes animais.

4.3. Equações de Predição do Peso e Rendimento de Carcaça

Na Tabela 06 são apresentadas as equações para predição do peso de carcaça quente (PCQ) e rendimento de carcaça (RC) a partir do peso vivo (PV) e de características de carcaça obtidas por ultra-som (ALDU, EGSU e EGP8U). Foram obtidas todas as equações possíveis e três foram selecionadas segundo os seguintes critérios: C_p mais próximo a p , com p mínimo, menor variância residual, maior r^2 e menor número de variáveis independentes.

Tabela 06 – Equações de regressão para predição do peso de carcaça quente e rendimento de carcaça em bubalinos Mediterrâneo terminados em confinamento

Peso de Carcaça Quente (PCQ) (kg)								
Equação	C_p	r^2	$S_{y,x}$	Intercepto	PV	ALDU	EGSU	EGP8U
1	3,10	0,95	3,83	-22,874*	0,492**	0,358	-0,545	-
2	3,21	0,95	3,87	-20,851	0,492**	0,310	-	-0,274
3	4,85	0,95	4,02	-22,556	0,490**	0,358	-0,584	0,053
Rendimento de Carcaça (RC) (%)								
Equação	C_p	r^2	$S_{y,x}$	Intercepto	PV	ALDU	EGSU	EGP8U
1	3,00	0,35	1,02	45,142**	0,003	0,085	-0,126	-
2	3,06	0,30	1,03	45,840**	-	0,096	-0,133	0,024
3	3,28	0,31	1,03	45,580**	0,003	0,073	-	-0,082

** $P < 0,01$ * $P < 0,05$ PV = peso vivo na data do ultra-som; ALDU = área do *longissimus dorsi* por ultra-som; EGSU = espessura de gordura subcutânea sob o *longissimus dorsi* por ultra-som; EGP8U = espessura de gordura sob o *bíceps femoris* por ultra-som.

As equações de predição do peso de carcaça quente (PCQ) apresentaram elevado coeficiente de determinação ($r^2 = 0,95$) mostram bom ajustamento das equações aos dados. Valores semelhantes foram obtidos por Luz e Silva (2002) ao trabalhar com bovinos Nelore e Brangus terminados em confinamento e alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. Da mesma forma, Hassen et al. (1997) relataram coeficientes de determinação de 0,49 e 0,81, para o início e final do período experimental, para as equações utilizando o peso vivo (PV), a área do *longissimus dorsi* (ALDU) e a espessura de gordura subcutânea (EGSU) por ultra-som.

No presente estudo o peso vivo (PV) foi a característica individual mais relacionada ao peso de carcaça quente (PCQ), devido a elevada correlação entre estas características ($r = 0,93$). Concordando com esta afirmação, Luz e Silva (2002) trabalhando com bovinos Nelore e Brangus, encontrou correlações entre PV e PCQ, no início e final do experimento, de 0,91 e 0,97, respectivamente.

Estudando a viabilidade do uso de medidas de ultra-som para predição da composição da carcaça em bovinos, Hassen et al. (1997) relataram que, quando as medidas foram obtidas imediatamente antes do abate, um modelo incluindo o PV, ALDU e EGSU explicaram até 81% do PCQ e 80% do peso dos cortes comerciais (PCC).

A espessura de gordura sob o *bíceps femoris* por ultra-som (EGP8U) quando utilizada no modelo sem a EGSU apresentou os mesmos resultados, demonstrando que esta característica pode ser utilizada com a mesma confiabilidade que a EGSU. Uma vez que a gordura subcutânea deposita-se

inicialmente na região posterior em relação à região lombar, a EGP8U pode ser utilizada com uma alternativa a EGSU.

Os resultados apresentados mostram que a utilização de medidas ultra-sônicas, juntamente com o peso vivo é viável para a predição do peso de carcaça quente (PCQ).

As equações de predição do rendimento de carcaça (RC), a partir do PV e das medidas de ALDU, EGSU e EGP8U, apresentaram coeficientes de determinação inferiores em relação a predição do peso de carcaça quente (PCQ). Estes resultados concordam com as observações de Luz e Silva (2002) que, ao trabalhar com bovinos Nelore e Brangus, encontraram r^2 de 0,10 a 0,28 e 0,17 a 0,28, respectivamente.

Quando se analisam as equações para predição do rendimento de carcaça (RC), observa-se que ao contrário do peso de carcaça quente (PCQ), o peso vivo (PV) não foi uma característica altamente associada com o RC. Desta forma, os modelos utilizando apenas características medidas por ultra-som apresentaram coeficiente de determinação (r^2) semelhante à equações incluindo o PV. A área do *longissimus dorsi* por ultra-som (ALDU) foi a variável independente incluída em todos o modelos, juntamente com a espessura de gordura subcutânea (EGSU) e/ou a espessura de gordura sob o *bíceps femoris* (EGP8U).

Concordando com as observações de Luz e Silva (2002) que trabalhou com bovinos, no presente estudo com bubalinos, a adição da EGP8U ao modelo juntamente com a EGSU não aumentou a acuracidade do modelo, o que pode ser constatado que, a utilização de uma ou outra medida, resultou em r^2 similares.

4.4. Equações de Predição da Área do Músculo *longissimus dorsi*, Espessura de Gordura Subcutânea e Espessura de Gordura sobre o Músculo *bíceps femoris* da Carcaça a partir de Medidas Ultra-sônicas

Assim com em bovinos, o ultra-som surge como uma técnica viável para predição das características da carcaça de bubalinos e a sua utilização compreende desde a obtenção de uma única medida realizada próxima ao abate até o monitoramento das alterações da área do *longissimus dorsi* (ALD), da espessura de gordura subcutânea (EGS) e da espessura de gordura sob o *bíceps femoris* (EGP8), através da obtenção de várias medições no tempo, o que pode proporcionar acréscimos na exatidão da predição destas medidas na carcaça (Jorge & Andrighetto, 2005).

Na Tabela 07 são apresentadas as equações de regressão para predição de algumas características da carcaça a partir das respectivas medidas ultra-sônicas.

Tabela 07 – Componentes das equações de regressão para predição da área do *longissimus dorsi* (ALDC), espessura de gordura subcutânea (EGSC) e espessura de gordura sob o *bíceps femoris* (EGP8C) da carcaça a partir das respectivas medidas ultra-sônicas em bubalinos Mediterrâneo terminados em confinamento

Característica	Intercepto	Coefficiente de Regressão (β)	r^2	Desvio Padrão
ALDC	3,9077	0,9834	0,72**	4,53
EGSC	2,0785	0,8543	0,84**	1,27
EGP8C	0,6774	1,0501	0,89**	1,31

** P<0,01 ALDC = área do *longissimus dorsi* na carcaça; EGSC = espessura de gordura subcutânea sob o *longissimus dorsi* na carcaça; EGP8U = espessura de gordura sob o *bíceps femoris* na carcaça.

Os coeficientes de determinação (r^2) para as três equações foram elevados e demonstram que as equações predizem com bastante precisão as medidas de ALDC, EGSC e EGP8C em bubalinos.

Estes resultados estão de acordo com Suguisawa (2001), que trabalhando com bovinos de diferentes grupos genéticos observou a mesma

tendência, encontrando r^2 de 0,83 para EGSC, ao utilizar a última medida de EGSU e incluindo o efeito de grupo genético no modelo.

O valor de r^2 para EGSC ($r^2=0,84$) do presente estudo (Tabela 07 e Figura 03) foi superior aos relatados em bovinos por Bullock et al. (1991); Perry et al. (1990) e Luz e Silva (2002), que obtiveram valores de 0,62; 0,82 e 0,76, respectivamente.

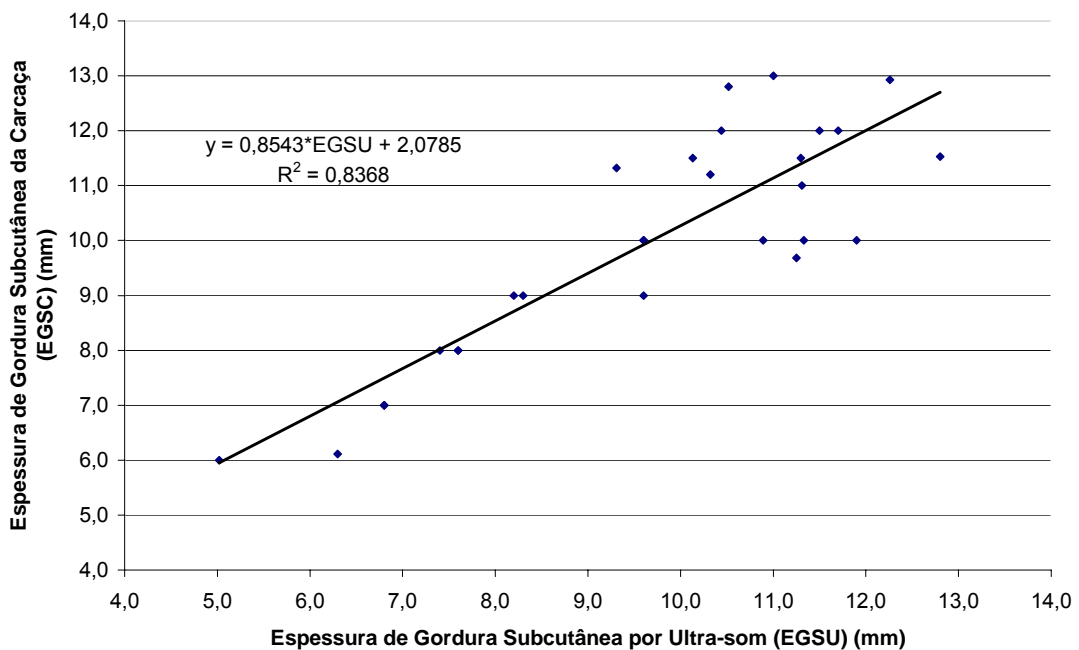


Figura 03 – Dispersão dos dados de espessura de gordura subcutânea da carcaça (EGSC) em função da espessura de gordura subcutânea obtida por ultra-som (EGSU) em bubalinos Mediterrâneo.

Comportamento semelhante ocorreu com os valores de r^2 para ALDC ($r^2=0,72$) (Tabela 07 e Figura 04). Em bovinos os valores de r^2 tem-se se mostrado similares, com relatos de até 0,79 (Perry & Fox, 1997). Segundo Sugisawa (2001), em alguns trabalhos, os baixos valores dos coeficientes de determinação da predição da ALDC em bovinos, dado pela última medida ultrassônica, podem indicar grande variação quanto ao posicionamento do transdutor, problemas na limpeza do local de tomada da imagem e mudanças

na configuração da carcaça decorrente do *rigor mortis*. No presente estudo, como explicitado na metodologia, além da homogeneidade dos animais, estes foram tosquiados apenas nos sítios onde seriam efetuadas as imagens, o que contribuiu com maior repetibilidade e acurácia das medidas e conseqüentemente para obtenção de maiores valores de coeficientes de determinação.

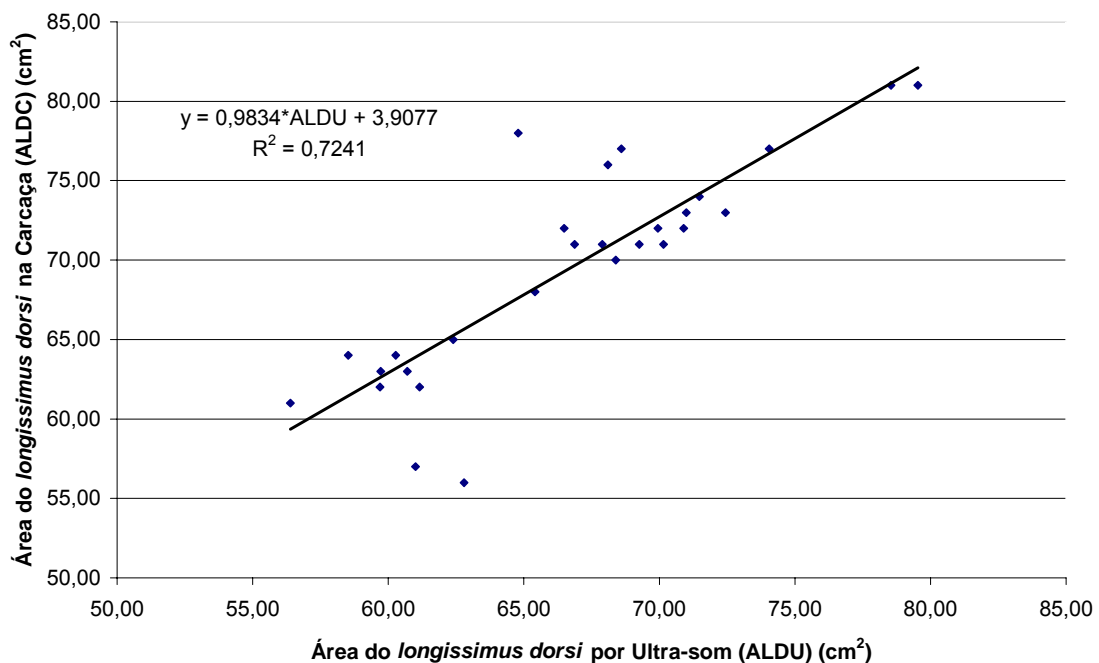


Figura 04 – Dispersão dos dados de área do *longissimus dorsi* da carcaça (ALDC) em função da área do *longissimus dorsi* obtida por ultra-som (ALDU) em bubalinos Mediterrâneo.

4.5. Equações de Predição para o Peso e Percentagem da Porção Comestível do Corte Traseiro Especial a Partir de Medidas Ultra-sônicas

As equações de predição selecionadas para os modelos obtidos a partir de características medidas no animal vivo através do ultra-som para estimar o peso (PPCTE) e a percentagem (RPCTE) da porção comestível do corte traseiro especial são apresentadas na Tabela 08.

Tabela 08 – Componentes das equações de regressão para predição do peso (PPCTE) e percentagem (RPCTE) da porção comestível do corte traseiro especial a partir das medidas ultra-sônicas em bubalinos Mediterrâneo terminados em confinamento

Peso da Porção Comestível do Traseiro Especial (PPCTE) (kg)								
Equação	C _p	r ²	S _{y,x}	Intercepto	PV	ALDU	EGSU	EGP8U
1	3,74	0,75**	1,29	-0,786	0,065	0,113	-	-
2	4,00	0,76**	1,26	-0,939	0,062	0,120	0,151	-
3	4,15	0,78**	1,25	-1,046	0,061	0,121	-	0,174
Percentagem da Porção Comestível do Traseiro Especial (RPCTE) (%)								
Equação	C _p	r ²	S _{y,x}	Intercepto	PV	ALDU	EGSU	EGP8U
1	3,58	0,24	2,41	63,49	-0,013	0,127	-	-
2	3,95	0,25	1,74	63,33	-0,017	0,138	0,184	-
3	4,00	0,28	1,63	62,34	-0,016	0,139	-	0,193

P<0,01 PV = peso vivo na data do ultra-som; ALDU = área do *longissimus dorsi* por ultra-som; EGSU = espessura de gordura subcutânea sob o *longissimus dorsi* por ultra-som; EGP8U = espessura de gordura sob o *bíceps femoris* por ultra-som.

Várias pesquisas tem sido conduzidas com bovinos com o objetivo de desenvolver equações de predição para estimativa do peso e da percentagem da porção comestível da carcaça (Herring et al., 1994; Williams et al., 1997; Realini et al., 2001; Tait et al., 2003). Entretanto, Tarouco (2004) relata que não existem trabalhos na literatura que estimassem o peso e o rendimento da porção comestível do corte traseiro, a partir de medidas ultra-sônicas, dentro do sistema brasileiro de comercialização dos cortes. A mesma afirmativa pode ser extrapolada para bubalinos, uma vez que não se encontram na literatura nacional e internacional referências sobre o assunto.

Os coeficientes de determinação (r²) da Tabela 08 denotam que o peso da porção comestível do corte traseiro (PPCTE) a partir de medidas obtidas no animal vivo é predito com maior magnitude que a percentagem da porção comestível do corte traseiro. As medidas ultra-sônicas ALDU, EGSU e EGP8U quando incluídas no modelo, aumentam o poder de explicação do PPCTE e diminuem o viés e erro padrão da predição quando utilizadas em conjunto com o peso vivo (PV) na data da medida de ultra-som.

Resultados similares ao da equação 1 para PPCTE foram obtidos, em bovinos, por Herring et al. (1994) e Tarouco (2004), com r^2 de 0,77 e 0,77, respectivamente, utilizando as mesmas características para estimativa do peso dos cortes comerciais da carcaça. Williams et al. (1997) e Greiner et al. (2003) relataram coeficientes de determinação mais elevados, com valores de 0,84 e 0,83, respectivamente.

Pelos coeficientes de determinação encontrados para as equações 1, 2 e 3 de predição da percentagem da porção comestível do traseiro (RPCTE), de 0,24; 0,25 e 0,28, respectivamente, observa-se que a RPCTE não foi altamente explicada pelas medidas ultra-sônicas obtidas no animal vivo. Estes resultados são um pouco inferiores ao r^2 de 0,37 relatado por Realini et al. (2001) ao trabalhar com bovinos Hereford para predição da percentagem dos cortes comerciais e, superior ao r^2 de 0,16 e 0,18 encontrado por Tarouco (2004) em equações para predição da RPCTE em bovinos Braford com diferentes graus de sangue.

As possíveis diferenças entre os resultados da literatura e os aqui apresentados pode ser devido à diferença de espécie, ao tamanho da amostra, variabilidade na composição corporal ao se utilizarem diferentes tipos biológicos de bovinos, peso e nível nutricional dos animais.

Diante do exposto, há a necessidade de mais estudos e ampliação da base de dados de imagens ultra-sônicas de características de carcaça em bubalinos, envolvendo maior número de animais, componentes de outros grupos genéticos como Murrah, Jafarabadi e Carabao e seus cruzamentos, alimentados em diferentes sistemas de produção, para tentar aumentar o poder de predição da percentagem da porção comestível do corte traseiro.

4.6. Equações de Predição para o Peso e Percentagem da Porção Comestível do Corte Traseiro Especial a Partir de Medidas Obtidas na Carcaça

Na Tabela 09 são apresentadas as equações selecionadas de predição do peso (PPCTE) e percentagem (RPCTE) da porção comestível do corte traseiro a partir de mensurações realizadas na carcaça.

Tabela 09 – Componentes das equações de regressão para predição do peso (PPCTE) e percentagem (RPCTE) da porção comestível do corte traseiro especial a partir das medidas obtidas na carcaça de bubalinos Mediterrâneo terminados em confinamento

Peso da Porção Comestível do Traseiro Especial (PPCTE) (kg)								
Equação	C _p	r ²	S _{y,x}	Intercepto	PCQ	ALDC	EGSC	EGP8C
1	5,25	0,88**	0,922	-0,441	0,132	0,074	-	-
2	6,28	0,87**	0,931	-0,522	0,133	0,059	0,082	-
3	6,00	0,88**	0,873	-0,166	0,130	0,063	-	0,083
Percentagem da Porção Comestível do Traseiro Especial (RPCTE) (%)								
Equação	C _p	r ²	S _{y,x}	Intercepto	PCQ	ALDC	EGSC	EGP8C
1	4,32	0,64	0,984	74,26	0,058	0,081	-	-
2	6,18	0,63	0,997	74,09	0,065	0,092	0,181	-
3	5,49	0,64	0,895	73,95	0,063	0,096	-	0,073

** P<0,01 PCQ = peso de carcaça quente; ALDC = área do *longissimus dorsi* na carcaça; EGSC = espessura de gordura subcutânea sob o *longissimus dorsi* na carcaça; EGP8C = espessura de gordura sob o *biceps femoris* na carcaça.

As equações para predição do peso da porção comestível do corte traseiro (PPCTE) a partir de medidas efetuadas na carcaça (Tabela 09) explicaram em média 9 a 13 % a mais que as medidas realizadas por ultra-som no animal vivo (Tabela 08).

Os coeficientes de determinação (r²) da Tabela 09 mostram que o peso da porção comestível do corte traseiro (PPCTE) a partir de medidas obtidas na carcaça é predito com maior magnitude que a percentagem da porção comestível do corte traseiro.

O aumento do número de variáveis dentro de um modelo de predição pode tornar difícil a manutenção de todas elas, sendo que os modelos

de regressão com pequeno número de variáveis são mais fáceis de trabalhar e de melhor entendimento (Tarouco, 2004).

Os resultados obtidos no presente estudo estão de acordo com os encontrados em bovinos por Realini et al. (2001), Greiner et al. (2003) e Tarouco (2004), que observaram que, apesar dos modelos de predição obtidos a partir de medidas no animal vivo explicarem grande parte da variação do peso da porção comestível da carcaça, os modelos utilizando características medidas na carcaça apresentam um r^2 maior.

É provável que os altos valores do coeficiente de determinação, reportados na predição do peso da porção comestível usando variáveis da carcaça, comparados com os obtidos no animal vivo, sejam devido a diferenças na variação inicial explicada pelo peso vivo versus o peso de carcaça quente. Segundo Greiner et al (2003) diferenças no rendimento de carcaça, ou seja, na relação peso de carcaça/peso vivo, podem explicar uma grande parte das diferenças nos valores dos coeficientes de determinação entre equações obtidas a partir de medidas no animal vivo e na carcaça para predição do peso da porção comestível.

Para a percentagem da porção comestível do traseiro (RPCTE) observou-se que a inclusão da espessura de gordura sob o *bíceps femoris* (EGP8C) em substituição a espessura de gordura subcutânea (EGSC) aumentou o poder de predição do modelo, com um mais baixo desvio padrão médio residual.

Independentemente dos resultados apresentados verificou-se no presente estudo que a área do *longissimus dorsi* medida por ultra-som (ALDU) e na carcaça (ALDC) foram as variáveis de maior poder de explicação na

percentagem da porção comestível do corte traseiro (RPCTE) da carcaça. Como pode ser verificado nas Tabelas 08 e 09, a área do *longissimus dorsi* é uma característica que entra nos modelos de RPCTE com sinal positivo.

No Brasil, Tarouco (2004) foi pioneiro em bovinos de corte, no estudo sobre o desenvolvimento e validação de modelos simultaneamente para peso e percentagem da porção comestível a partir de características ultrassônicas e de carcaça.

Segundo Greiner et al. (2003) ainda é limitado o número de estudos em bovinos que relatem o desenvolvimento e validação dos modelos de predição da porção comestível, ora estudado em bubalinos.

5. CONCLUSÕES

A técnica do ultra-som em tempo real em bubalinos se mostrou uma ferramenta útil para monitorar a composição corporal dos animais *in vivo* e na estimativa da composição corporal em animais de abate.

Em bubalinos as características de carcaça obtidas por ultra-som em tempo real e diretamente na carcaça apresentam-se altamente correlacionadas, sendo que o ultra-som é uma ferramenta viável para detectar possíveis diferenças de características de carcaça em animais jovens.

As características de carcaça obtidas por ultra-som aliadas ao peso vivo podem estimar com alta acurácia o peso de carcaça quente e moderadamente o rendimento de carcaça de bubalinos.

O presente estudo sugere que as medidas ultra-sônicas da área do músculo *longissimus dorsi*, da espessura de gordura subcutânea entre a 12^a e 13^a costelas e da espessura de gordura sobre o músculo *bíceps femoris* obtidas antes do abate, podem ser preditoras acuradas das respectivas medidas finais da carcaça.

Os modelos de predição para a percentagem da porção comestível se mostraram com baixo poder de predição e carecem de ser mais estudados para a sua aplicação em futuros programas de seleção do mérito genético de carcaças bubalinas.

O ultra-som pode ser utilizado em bubalinos com alto grau de acurácia, quando as medidas ultra-sônicas são coletadas e interpretadas por técnicos com certo grau de experiência, na estimativa do mérito individual de carcaça dos animais, podendo subsidiar o produtor e a indústria à tomada de decisões de seleção em manejo para características de composição corporal no animal vivo sem a necessidade de abate.

Uma vez que trata-se de trabalho pioneiro com bubalinos, há a necessidade de desenvolvimento de maior número de experimentos envolvendo grande número de animais, de diversos rebanhos, pertencentes a diferentes grupos genéticos para que se possa obter padrões aplicáveis ao sistema de produção brasileiro e, servir como orientação para os técnicos que utilizam da tecnologia aplicada do ultra-som para estimar os valores genéticos para o mérito de carcaça em programas de seleção de bubalinos das raças criadas em nosso país.

Dado ao potencial dos bubalinos como produtores de carne há a necessidade premente do nosso país, em particular do Estado de São Paulo, estabelecer uma linha de pesquisa em parâmetros quanti-qualitativos do mérito da carcaça bubalina.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AHIMA, R. S.; FLIER, J. S. Leptin. [Annual Review of Physiology]. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 62, p. 413-437, 2000.

ALLISTON, J.C. The use of a dam scanner ultrasonic machine to predict the body composition of Hereford bulis. **Animal Production**, v. 35, p.361-365, 1982.

AMIN, V. **An introduction to principles of ultrasound** : Study Guide. [Iowa] : Iowa State University, 1995.

ANUALPEC. Anuário Estatístico da Pecuária. [São Paulo]: FNP Consultoria, 2006. 312 p.

BACCHUS, W. R. Problems in ultrasonic research of large animais. In: RECIPROCAL MEAT CONFERENCE, 16., 1963 **Proceedings...** [S.I.]. 1963.

BARTON, R. A. The relations between live animal conformation and the carcass of cattle. **Animal Breeding Abstract**, Wailingford, v.33, n.1, p.1-22, 1967.

BASARAB, J.A.; MILLIGAN, D.; McKINNON, J.J. ; THORLAKSON, B.E. Potential use of video imaging and real-time ultrasound on incoming feeder steers to improve carcass uniformity. **Canadian Journal of Animal Science** v.77, n.3, p.525-528, 1997.

BEEF IMPROVEMENT FEDERATION. **Guidelines for Uniform Beef Programs**. 6nd Rev. Ed. Stillwater: Oklahoma State University , 1990. p.15.

BERG, R.T.; BUTTERFIELD, R.M. **New concepts of cattle growth**. New York : John Wiley and Sons, 1976. 240p.

BERGEN, R. D.; McKINNON, DA; CHRISTENSEN et al. Prediction of lean yield in yearling bulls using real-time ultrasound. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v. 76, n. 3, p. 305-342, 1996.

- BRETHOUR, J. R. The repeatability and accuracy of ultrasound in measuring backfat of cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 70, p. 1039-1044, 1992.
- BROWN, C.J.; TEMPLE, R. S.; RAMSEY, C. B. et al. Ultrasonic and carcass measurements of young bulis. **Journal of Animal Science**. Savoy, v. 23, p. 847-853, 1964.
- BULLOCK, K.D.; BERTRAND, L. L; BENYSHEK, S. E. et al. Comparasion of real-time ultrasound and other live measures to carcass measures as predictors of beef cow energy stores. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.69, p.3908-3917, 1991.
- CHARAGU, P. K.; CREWS, D. H. Jr.; KEMP, R. A. et al. 2000. Machine effects on accuracy of ultrasonic prediction of backfat and longissimus muscle area in beef bulls, steers and heifers. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa, v.80, p. 19-24, 2000.
- COLE, J. W.; ORME, L. E.; KINCAID, C. M. Relationship of loin eye area, separable lean of various beef cuts and carcass measurements to total carcass lean in beef. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.21, p.355, 1960.
- CREWS, D. H. Jr; SHANNON, N. H.; CREWS, R. E. et al. Weaning, yearling, and pre-harvestt ultrasound measures of fat and muscle area in steers, bulls, and heifers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.80, p. 2817-2824, 2002.
- De CAMPENEERE, S.; FIEMS.L.O.; BOUCQUÉ, Ch. V.. *In vivo* estimation of body composition in cattle. **Nutrition Abstract and Reviews. Series B: Livestock Feeds and Feeding**, Wailingford, v. 70, n.7, p.495-508, 2000.
- De CAMPENEERE, S.; FIEMS.LO.; VANACKER, J.M.; BOUCQUÉ.Ch.V. *In vivo* estimation of carcass and empty body composition in Belgian Blue double-muscled bulls urinary creatinine excretion and fasted live weighth. In: INTERNACIONAL SYMPOSIUM ON PROTEIN METABOLISM AND NUTRITION, 8., Aberdeen, 1999. **Proceedings...** [Aberdeen], 1999.
- DELEHANT, T.M.; DAHLKE, G.R.; HOFFMAN, M.P.; LIAMS, J.C.; ROUSE, G.H.; WILSON, D.E. Using real-time ultrasound during feeding period to predict cattle composition. In: BEEF RESEARCH REPORT. Ames: Iowa State University, 1997. 9p.
- EPLEY, R. J.; HEDRICK, W. C.; STRINGER, W. C.; HUTCHESON, D. P. Predicting of weighth and percent retail cuts of beef using five carcass measurements. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.30, p.872, 1970.
- FAOSTAT: agriculture data. Disponível em: <<http://apps.fao.org/page/collections?Subset=agriculture>>. Acesso em: 13 abril., 2006.
- FIGUEIREDO, L.G.G. **Estimativas de parâmetros genéticos de características de carcaças feitas por ultra-sonografia em bovinos da raça Nelore**. Pirassununga, 2001. 52p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo. 2001
- FILHO, P. F.; PAULA, S.R.L. Cadeia da carne bovina: O novo ambiente competitivo. . **BNDES Setorial**, Rio de Janeiro, n. 6, p. 97-116, 1997 .

- GARRET, W.N.; MEYER, J.H., LOFGREEN, G.P. The comparative energy requirements of sheep and cattle for maintenance and gain. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.18, n.2, p.528-547, 1968.
- GEARY, T. W.; McFADIN, E. L.; MacNEIL, E. E. et al. Leptin as a predictor of carcass composition in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.81, p.1-8, 2003.
- GINTHER, O. J. **Ultrasonic Imaging and Reproductive Events in the Mare**. Cross Plains, WI : Equiservices, 1986.
- GREGORY, N.G.; TURSCOTT, T.G.; WOOD, J.D. Insulin secreting ability in relation to fatness in cattle. In: NUTRITION SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, Wailingford, UK, **Proceedings...**, v. 39, p.7 A, 1980.
- GREINER, S.P.; ROUSE, G.H. ; WILSON, D.E. ; CUNDIFF.L. Predicting beef carcass retail product using real-time ultrasound and live animal measures: Progress Report. In: GENETIC PREDICTION WORKSHOP, 5., 1995, Kansas City. **Proceedings...** Kansas City : Beef Improvements Federation,1995 . p. 63-68.
- GREINER, S. P.; ROUSE, G. H.; WILSON, D. E. et al. Predicting beef carcass retail product using real-time ultrasound and live animal measures: Progress Report. In: BEEF RESEARCH REPORT. Ames: Iowa State University, 1996. 4p.
- GREINER, S. P.; ROUSE, G. H.; WILSON, D. E. et al. The relationship between ultrasound measurements and carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.81, p.6776-6782, 2003.
- GREINER, S. P.; ROUSE, G. H.; WILSON, D. E. et al. Accuracy of predicting weight and percentage of beef carcass retail product using ultrasound and live animal measures. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.81, p.466-473, 2003a.
- GREINER, S. P.; ROUSE, G. H.; WILSON, D. E. et al. Prediction of retail product weight and percentage using ultrasound and carcass measurements in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.81, p.1736-1742, 2003b.
- GRESHAN, D.J.; HOLLOWAY, J.W.; BUTTS, W. T. et al. Prediction of mature cow carcass composition from live animal measurements. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 63, p. 1041-1048, 1986.
- HAMLIN, K. E.; GREEN, R. D.; CUNDIFF, L. V.; WHEELER, T. L, DIKEMAN, M. E. Real-Time Ultrasonic measurement of fat thickness and longissimus muscle area: II. Relationship between Real-Time Ultrasound Measures and Carcass Retail Yield. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.73, p. 1725-1734, 1995.
- HAMMOND, A. C.; WALDO, D.R. Prediction of body composition in growing Holstein steers using urea space. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 73, p.3141-3145, 1985.
- HASSEN, A.; WILSON, D.E.; ROUSE, G.H.; WILLHAM, R.L. Prediction of percent retail product, retail product weight and hot carcass weight from serially measured live animal traits. In: BEEF RESEARCH REPORT. Ames: Iowa State University, 1997. 4p.

HASSEN, A.; WILSON, D. E.; ROUSE, G. H. **Effects of different age points on the accuracy of predicting percentage retail product, retail product weight, and hot carcass weight.** In: BEEF RESEARCH REPORT. Ames: Iowa State University, 1998. p. 15-22.

HASSEN, A.; WILSON, D. E.; ROUSE, G. H. Evaluation of carcass, live, and RealTime ultrasound measures in feedlot cattle: II. Effects of different age points on the accuracy of predicting the percentage of retail product, retail product weight, and hot carcass weight. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 77, p.283-290, 1999.

HASSEN, A.; WILSON, D.E.; WILLHAM, R.L.; ROUSE, G.H.; TRENKLE, A.H. Evaluation of ultrasound measurements of fat thickness and longissimus muscle area in feedlot cattle: Assessment of accuracy and repeatability. **Canadian Journal of Animal Science**, Ottawa v.78, n.3, p.277-285, 1998.

HECKMATT, J. Z.; PÍER, N.; DUBOWITZ, V. Measurement of quadriceps muscle thickness and subcutaneous tissue in normal children by real-time ultrasound imaging. **Journal of Clinic Ultrasound**, New York, v.16, p.171, 1988.

HEDRICK, H.B. Methods of estimating live animal and carcass composition. **Journal of Animal Science**, v.57, n.5, p. 1316-1326, 1983.

HENDERSON-PERRY, S.C.; CORAH, L. R.; PERRY, R. C. 1989. The use of ultrasound in cattle to estimate subcutaneous fat thickness and ribeye area. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.67(Suppl.1), p. 433, 1989. (Abstr.).

HERRING, W.; MILLER, D. C.; BERTRAND, J. K.; BENYSHEK, L. L. Evaluation of machine, technician, and interpreter effects on ultrasonics measures of backfat and longissimus muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.72, p.2216-2226, 1994.

HOUGHTON, P. L.; TURLINGTON, L. M. Application of ultrasound for feeding and finishing animals: A review. **Journal of Animal Science**. Savoy, v.70, p.930-941, 1992.

IOWA STATE UNIVERSITY. Application of Ultrasound for Genetic Improvement in Beef Cattle [on line] Disponível na Internet via WWW. URL: <http://www.exnet.iastate.edu/Pages/ansci/ultrasound/BEEF1.html>. Arquivo capturado em 16 de julho de 2006.

JENKINS, T.G.; LEYMASTER, K.A.; MacNEIL, M.D. Development and evaluation of a regression equation of prediction for fat-free soft tissue in heterogenous populations of cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3627-3632, 1995.

JOHNSON, E.R.; YIDYADARAN, M.K. An evaluation of different sites for measuring fat thickness in beef carcass to determine carcass fatness. **Australian Journal of Agricultural Research**, Coilingwood, v.32, p.999-1007, 1981.

JORGE, A. M. Desempenho em confinamento e características de carcaça em bubalinos. In: Barnabé VH (Ed.) **Bubalinos: sanidade, reprodução e produção**. Jaboticabal: Funep, 1999. p.51-67.

- JORGE, A. M. Produção de carne bubalina. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.29, n.2, p.84-95, 2005.
- JORGE, A. M.; ANDRIGHETTO, C.. Características de carcaça de bubalinos. In: ZOOTEC-2005, Campo Grande-MS. **Anais...**, p-1-29, 2005.
- JORGE, A. M. & FONTES, C. A. A. 1997. Weight and carcass gain, feed intake and feed/gain ratio from buffaloes slaughtered at two stages of maturity. *Bubalus bubalis*. **Journal of Buffalo Science and Technique**, v.3, p.76-80, 1997.
- KEMPSTER, A. J.; ARNALL, D. ALLISTONN, J. C. et al. An evaluation of two ultrasound machines (Scanogram and Danscanner) for predicting the body composition of live sheep. **Animal Production**, Wagenigen, v.34, p.249, 1982.
- KEMPSTER, A. J.; CUTHBERTSON, A; HARRINGTON.G. 1982. **Carcase evaluation in livestock breeding, production, and marketing**. [S.l.]: Granada Press, 1982a. 300 p.
- KOCH, R. M.; GREGORY, K.E. ; CUNDIFF, L. Heritabilities and genetic environmental and phenotypic correlations of carcass traits in a population of diverse biological types and their implications in selection programs. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.55, p. 1319-1325, 1982.
- LEME, P. R. **Estimativa da composição química corporal de novilhos Nelore através do espaço de Deutério**. Jaboticabal, 1993. 78p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho".
- LOFGREEN, G.P.; GARRET, W.N. Creatinine excretion and specific gravity as related to the composition of the 9-10-11th rib cut of hereford steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 13, p.496-503, 1954.
- LUCHIARI FILHO, A. **Characterization and prediction of carcass cutability traits of zebu and crossbreed types of cattle produced in southeast Brazil**. Manhattan, 1986. 89p. Tese (Doctor of Philosophy) - Kansas State University.
- LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. 1.ed. São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000.134p.
- LUITINGH, H. C. Developmental changes in beef steers as influenced by fattening, age and type of ration. **Journal of Agriculture Science**, Cambridge, v.58, p.1-46, 1962.
- LUZ e SILVA, S. **Estimativa de características de carcaça e ponto ideal de abate por ultra-sonografia, em bovinos submetidos a diferentes níveis energéticos na ração**. Pirassununga : FZEA/USP, 2002. 65f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos, Universidade de São Paulo. 2002.
- MacNEIL, M. D. Choice of a predicting equation and the use of the selected equation in subsequent experimentation. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.57, p. 1328-1336, 1983.
- MALLOWS, C. L.. Some comments on Cp. **Technometrics**, Alexandria, VA, v.15, p.661, 1973.

- MAY, S.G. ; DOLEZAL, H.G. ; GILL, D.R. ; RAY, F.K. Effects of days fed, carcass grade traits, and subcutaneous fat removal on postmortem muscle characteristics and beef palatability. **Journal of Animal Science**, n.19, p.303-311, 1992.
- McLAREN, D. G.; NOVAKOFSKI, J.; PARRET, D. F.; LO, L. L.; SINGH, S. D.; NEUMANN, K. R; McKEITH, F. K. A study of operator effects on ultrasonic measures of fat depth and longissimus muscle area in cattle, sheep and pigs. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.69, p.54-66, 1991.
- MOORE, K. A.; LIPSEY, R. J.; ALEXANDER, M. A. et al. Comparison of ultrasonic techniques for measuring swine loin eye area. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 61 (Suppl.1), p.268-275, 1985.
- NASH, S.A.; HARRISON, S.N.; PACKHAM, J.H.; PANTING, R.R.; DUCKETT, S.K. Case study: Monitoring changes in carcass quality across time-on-feed using real-time ultrasound to optimize marketing endpoints. **The Professional Animal Scientist**, n.16, p.202-205, 2000.
- OWENS, F.N.; GARDNER, B.A. A review of the impact of feedlot management and nutrition on carcass measurements of feedlot cattle. In: ANIMAL SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE. 1999. **Proceedings...** p.18, 1999.
- PERKINS, T. L. **The use of real-time, linear-array ultrasound techniques to predict final carcass composition in beef cattle.** Ames: Texas Tech University, 1992. Dissertation (Ph. D.) -Texas Tech University, Ames, 1992.
- PERKINS, T. L; GREEN, R. D.; HAMLIN, K. E et al. Ultrasonic prediction of carcass merit in beef cattle: Evaluation of technician effects on ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.70, p. 2758-2766, 1992a.
- PERKINS, T. L.; GREEN, R. D.; HAMLIN, K.E. Evaluation of ultrasonic estimates of carcass fat thickness and longissimus muscle area in beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 70, p.1002-1010, 1992b.
- PERRY, T.C.; AINSLIE, S. J.; TRAXLER, M. J.; FOX, D.G.; STOUFFER, J. R..Use of real-time and attenuation ultrasonic measurements to determine backfat thickness, rib eye area, carcass marbling and yield grade in live cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 68 (suppl. 1), p.337, 1990.
- PERRY, D.; YEATES, A. P.; McKIEMAN, W. A. Meat yield and subjective muscle scores in medium weight steers. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Basingstoke, UK, v.33, p. 825, 1993.
- PRESTON, T.R.; WILLIS, M.B. **Producción intensiva de carne.** México: Diana, 1974. 736 p.
- REALINI, C.E.; WILLIAMS, R.E.; PRINGLE, T.D.; BERTRAND, J.K. Gluteus medius and rump fat depths as additional live animal ultrasound measurements for predicting retail product and trimmable fat in beef carcasses. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.79, p.1378-1385, 2001.
- ROBINSON, D. L; McDONALD, CA; HAMMOND, K. et al. Live animal measures of carcass traits by ultrasound: assessment and accuracy of sonographers. **Journal of Animal Science**, v.70, p.1667-1676, 1992.

- ROUSE, G. H.; DUELLO, D.; WILSON, D. et al. The accuracy of real-time ultrasound scans to measure ribeye area and fat cover on bulls and steers. In: BEEF RESEARCH REPORT. Ames: Iowa State University, 1993. p. 15-28.
- SAMPLE, W. F.; ERICKSON, K. Basic principles of diagnostic ultrasound. In: SARTI, D. A.; SAMPLE, W. F.(Ed.). **Diagnostic Ultrasound Test and Cases**. Boston : G. K. Hall., 1980. p.3-21.
- SAS/STAT **User's Guide**, Version 6,4 ed-, v..2, Cary, North Carolina: SAS Institute Inc., 1990.
- SIMM, G. The use of ultrasound to predict the carcass composition of live cattle - A review. **Animal Breeding Abstract**, Wailingford, v..51,p 853-875, 1983.
- SMITH, M. T.; OLTJEN, J.W.; DOLEZAL, H. G. et al. Evaluation of ultrasound for prediction of carcass fat thickness and longissimus muscle area in feedlot steers. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.70, p.29-37, 1992.
- STOUFFER, J.R. Objective technical methods for determining carcass value in live animals with especial emphasis on ultrasonics. In : EEAP SYMPOSIUM ON CARCASS VALUE. Ithaca, NY, 1995.
- STOUFFER, J.R.; WALLENTINE, M. V.; WELLINGTON, G.A. Development and application of ultrasonic methods for measuring fat thickness and rib-eye area in cattle and hogs. **Journal of Animal Science**, v.18, n.4, p.759-767, 1961.
- SUGUISAWA, L. **Ultra-sonografia para predição de características e composição da carcaça de bovinos**. Piracicaba: Esalq/USP, 2001. 70f. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo. 2001.
- SWATLAND, H. J.; ANANTHANARAYANAN, S. P.; GOLDENBERG, A. A. A Review of Probes and Robots: Implementing New Technologies in Meat Evaluation. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.72, p. 1475-1486, 1994.
- TAIT, J. R.; ROUSE, G. H.; WILSON, D. E. Comparison of Ultrasound and Carcass Measures to Predict Percentage of Beef Retail Product from Four Primary Cuts: Final Report. In: BEEF RESEARCH REPORT. Ames: Iowa State University, 2003. 3p.
- TAROUCO, J. U. **Utilização do ultra-som para predição de características de carcaça em bovinos**. Porto Alegre: UFRGS, 2004. 182f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2004.
- TEMPLE, R. S.; RAMSEY, C. B.; PATTERSON, T. B. Errors in ultrasonic evaluation of beef cattle. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.24, p.282-287, 1965.
- TEMPLE, R.S.; STONAKER, H.H.; HOWRY, D.; POSANKONY, G.; HAZELEUS, M.H. Ultrasonic and conductivity methods for estimating fat thickness in live cattle. In: WESTERN AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL PRODUCTION, [s.L], **Proceedings...**, v.7, p.477, 1956.
- THWAITES, C. J. Ultrasonic Estimation of Carcass Composition - Review. **Australian Meat Research Committee**, Sidney, v. 47, p. 1-31, 1984.
- TOPEL, D. G.; KAUFFMAN. Live animal and carcass composition measurements. In: DESIGNING FOODS: ANIMAL PRODUCT OPTIONS IN

- THE MARKETPLACE. **Proceedings...** Washington, DC : National Academy Press, 1988. p.258
- WALLACE, M. A ; STOUFFER, J.R. ; WESTERVELT, R.G. Relationships beef yield from ultrasonic and carcass measurements with retail yield in beef cattle. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 4, p. 153:164, 1977.
- WATKINS, J. L; SHERRIT, G. W.; ZIEGLER, J. H. Predicting body tissue characteristics using ultrasonic techniques. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.26,p.470, 1967.
- WHEELER, T. L.; CUNDIFF, L. V.; KOCH, R.M.; DIKEMAN, M. E.; CROUSE, J. D. Characterization of different biological types of steers (cycle IV): wholesale, subprimal and retail product yields. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.75, p.2389-2397, 1997.
- WILLIAMS, R. E. ; BERTRAND, J. K. ; WILLIAMS, S. E.; BENYSHEK, L. L. Biceps femoris and rump fat as additional ultrasound measurements for predicting retail product and trimmable fat in beef carcasses. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 75, p.7-13, 1997.
- WILSON, D. E. Application of ultrasound for genetic improvement . **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 70, p.973-983, 1992.
- WILSON, D.E. Real-time ultrasound evaluation of beef cattle. In: **Study Guides**. Ames: Iowa State University, 1995.
- WILSON, D.E. **Centralized Ultrasound Processing: Study Guides**. Atlantic: Iowa State University, 1999.
- WILSON, D. E.; DUELLO, D. A.; ROUSE, G. H. The use of EPD in carcass merit evaluation. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL "PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE CARCAÇAS"; REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30, 1993, Rio de Janeiro, Brasil. [S.I.], 1993.
- WILSON, D.E.; ROUSE, G.H.; GRASER, G.H.; AMIM, V. Prediction of carcass traits using live animal ultrasound. In: **BEEF RESEARCH REPORT**. Ames: Iowa State University, 1998. 7p.
- WILSON, D. E.; ROUSE, G. H ;HAYS,C. Adjustment factors for ultrasound measures in yearling Angus bulls and developing heifers. In: **BEEF RESEARCH REPORT**. Ames: Iowa State University, 2000. p 6-8.
- WOLCOTT, M.L; THOMPSON, J.M.; FERGUSON, D. M.; SKERRIT, J. W; ROBINSON, D. L. Prediction of retail beef yield from real timeultrasound scans recorded at weanig, the commencement of finishing and pre-slaughter. In: AUSTRALIAN ASSOCIATION ANIMAL BREEDING GENETICS, [Sidney], **Proceedings...**, v. 12,1997.
- YEATES, N.T.M. The quantitative definition of cattle carcasses. **Australian Journal of Agricultural Research**, Coilingwood, v. 3, p.68, 1952 .
- YOUNG, M. J.; NSOSO, S. J.; LOGAN, C. M. ; BEATSON, P. R. Prediction of carcass tissue weight *in vivo* using live weight, ultrasound or X-ray CT measurements. In: NEW ZEALAND SOCIETY OF ANIMAL PRODUCTION, Hamilton, **Proceedings...**, v.56, p. 205-211, 1996.